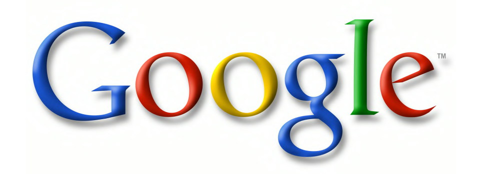
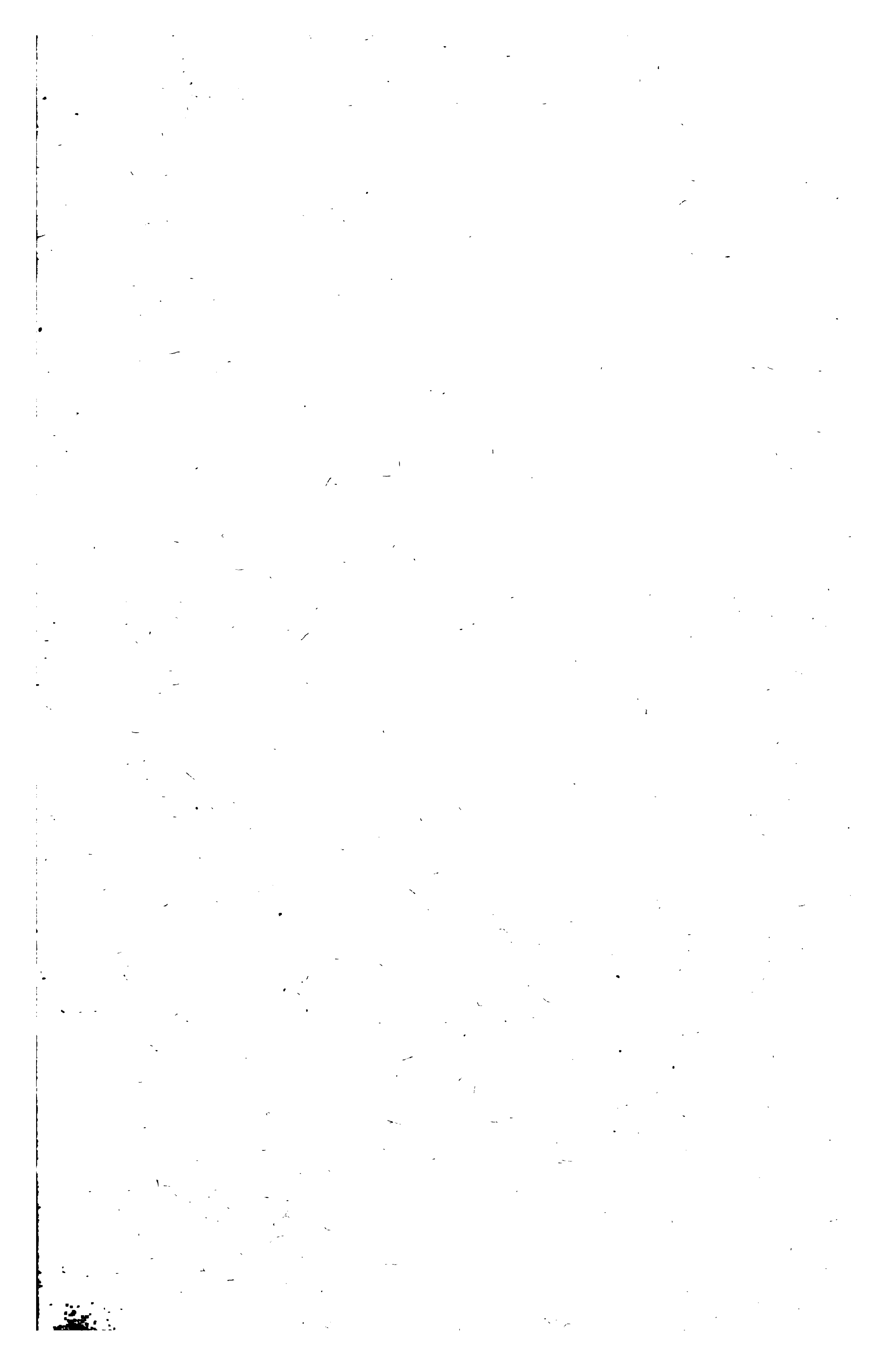
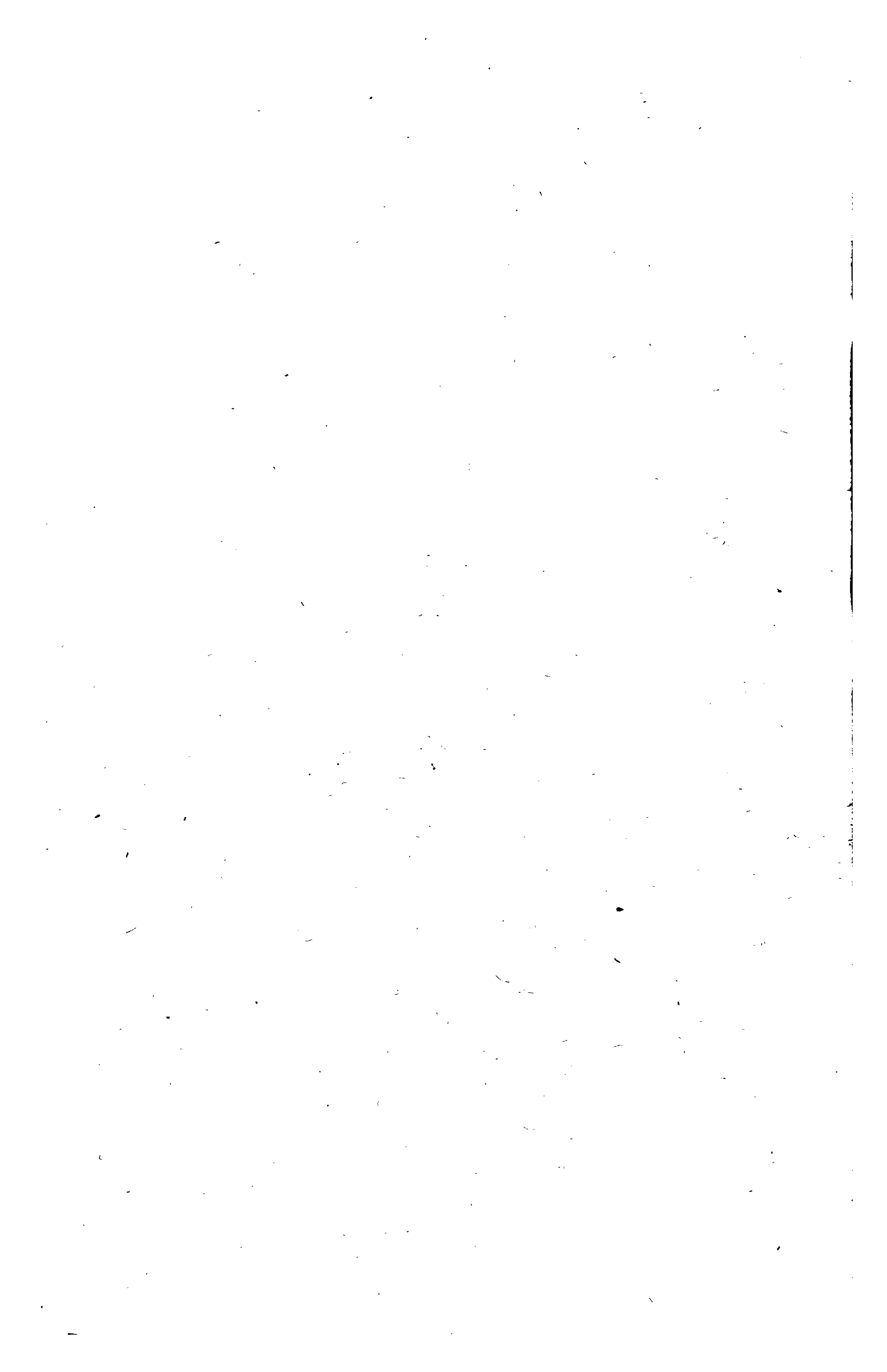
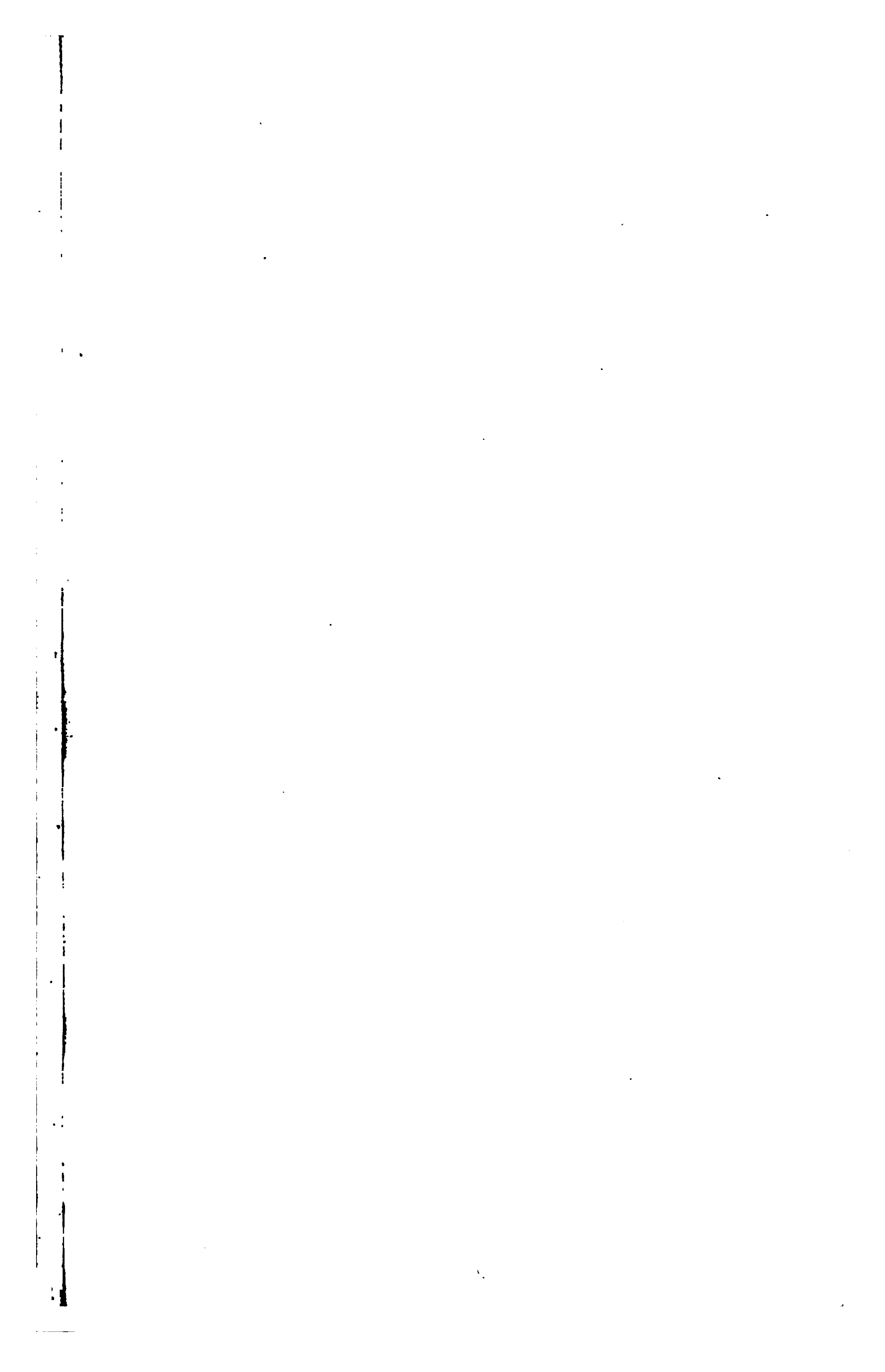








SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

NEUNUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1874.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXIX. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1874. — HEFT I BIS V.

(Mit 10 Tafeln.)

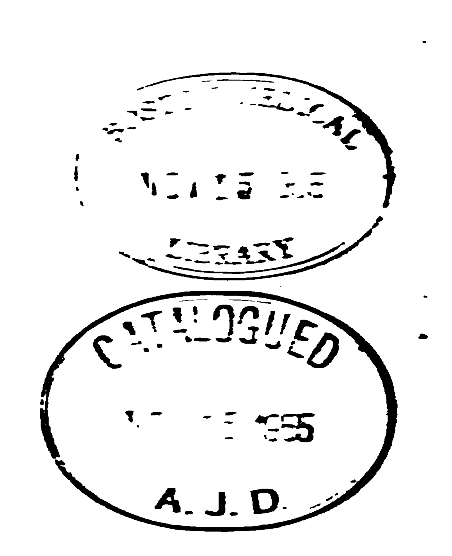
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1874.



INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

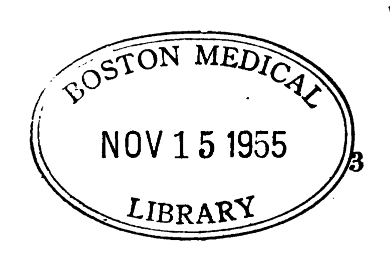
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



I. SITZUNG VOM 8. JÄNNER 1874.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Normale Zeiten für den Zug der Vögel und verwandte Erscheinungen" vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatischen Meeres", I. Abtheilung, vom Herrn Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck.

„Über die bei der sauren Reaction des Harns betheiligten Substanzen", von Herrn Dr. Jul. Donath, eingesendet durch Herrn Prof. R. Maly in Innsbruck.

Herr Dr. F. Exner legt eine Abhandlung: „Über Lösungsfiguren in Krystallflächen" vor.

Herr Prof. Dr. S. Stern überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Weitere Beiträge zur Theorie der Schallbildung".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sessione 6ª. Roma, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. September & October 1873. Berlin; 8°.

American Chemist. Vol. IV, Nr. 6. Philadelphia, 1873; 4°.

— Journal of Science and Arts: III[d] Series. Vol. V, Nrs. 25—30; Vol. VI, Nrs. 31—34. New Haven, 1873; 8°.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien. Dritte Folge. XX. Band. Jahrgang 1870. Wien, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, 1873, Nr. 36; 12. Jahrgang, 1874, Nr. 1. Wien; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N.P. Tome XLVIII, Nr. 191. Genève, Lausanne & Paris, 1873; 8°.

Breslau, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4° & 8°.

Comitato, R. Geologico, d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 11 & 12. Firenze, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 23—25. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. V. Torino, 1873; 4°.

Gesellschaft für Meteorologie, österr.: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 24. Wien, 1873; 4°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 11. Wien, 1873; 8°.

— Senckenbergische naturforschende: Bericht. 1872—1873. Frankfurt a. M., 1873; 8°.

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahrsschrift. VIII. Jahrgang, 3. & 4. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 51—52; XXXV. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1873 & 1874; 4°.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4° & 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 2. Berlin, 1873; 8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. N. F. VIII. Band, Jahrgang 1871. Wien, 1873; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Herausgegeben von Alexander Naumann. Für 1871. 2. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 1., 2. & 3. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steierische. 6. Jahrgang, Nr. 26. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1873, Nr. 15. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. XII. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 216—218, Vol. IX. London, 1873 & 1874; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 7. Torino, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 16. Wien; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. von Ph. Carl. IX. Band, 5. Heft. München, 1873; 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 5. Dezembro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nrs. 25—27. Paris, 1873 & 1874; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 3e Série, Tome Ier, 1873. Nr. 4. Paris; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome Ier, Nr. 5. Paris, 1873; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 1. 1873; Part II, Nrs. 1—2. 1873. Calcutta; 8°. — Proceedings. Nrs. II—IV. February-March, 1873. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca Indica.* New Series. Nrs. 271, 274—276, 278. Calcutta, 1873; 4° & 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nrs. 51—52; XXIV. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1873 & 1874; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 16. Heft. — Denkschrift zur Erinnerung an die 25jährige Gründungsfeier des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. Wien 1873; 4°.

Über die bei der sauren Reaction des Harns betheiligten Substanzen.

Von Dr. **Jul. Donath.**

(Aus dem med. chem. Laboratorium von Prof. Maly in Innsbruck.)

Die saure Reaction des normalen menschlichen Harns wurde bekanntlich zuerst von Liebig[1] den sauren Phosphaten zugeschrieben. Er hat gezeigt, dass man diese saure Reaction nachahmen kann, wenn man in eine Lösung von gewöhnlichem Natriumphosphat Harnsäure und Hippursäure einträgt. Dabei entsteht, wie allgemein angenommen wird, einerseits zwei Drittel saures Natriumphosphat, welches die saure Reaction bedingt, anderseits die Natriumsalze der genannten organischen Säuren.

Nach diesem Versuche mussten die früheren Annahmen von freier Essigsäure oder Milchsäure im Harn aufgegeben werden. Denn erstere konnte bisher im frischen normalen Harn nicht nachgewiesen werden; letztere dagegen ist nach Lehmann, der sie nicht selten — besonders nach lactathältigen oder amylumreichen Nahrungsmitteln — gefunden, keineswegs ein constantes Vorkommniss. Aber auch die freie Harnsäure, welche zur Erklärung der sauren Reaction herbeigezogen wurde, ehe man die Hippursäure als constanten Bestandtheil des Harns erkannt hatte, genügt nicht; weil dieser in der Regel viel saurer ist als eine heiss gesättigte Lösung dieser Säure.

Ich habe nun den Liebig'schen Versuch wiederholt und gefunden, dass derselbe, wenn man ihn weiter verfolgt, ein merkwürdiges, mit obiger Annahme auf den ersten Blick nicht übereinstimmendes Resultat ergibt.

---

[1] Ann. d. Chem. u. Pharm. L. pag. 161—196.

Löst man nämlich Hippursäure in gewöhnlichem Natriumphosphat, so erhält man eine stark saure Flüssigkeit und bemerkt dabei, wie schon Liebig gefunden, dass die Löslichkeit derselben durch die Gegenwart dieses Salzes bedeutend erhöht wird.

Versucht man aber aus dieser Lösung die darin supponirten Salze: zwei Drittel saures Natriumphosphat und Natriumhippurat durch Abdampfen zu gewinnen, so erhält man keines von beiden; sondern es resultiren nur die ursprünglichen Bestandtheile, aus welchen die Lösung bereitet wurde. Denselben Erfolg hat die Behandlung mit Alkohol oder Äther: gewöhnliches Natriumphosphat bleibt in der wässerigen Lösung, während Hippursäure in die genannten Lösungsmittel übergeht. Es musste also die Frage entstehen, ob wirklich die Hippursäure frei oder dennoch an Natrium gebunden, vorhanden sei. Die zu diesem Behufe angestellten Versuche, welche auch auf Benzoësäure und Harnsäure ausgedehnt wurden, mögen zugleich als Beitrag zum Vorgang in Lösungen dienen; sie sind in kurzem folgende:

1. Zuvörderst soll der Versuch erwähnt werden, dass man beim Einengen einer Lösung von Hippursäure und gewöhnlichem Natriumphosphat wieder die genannten Bestandtheile erhält.

Um eine vollständige Umsetzung zu zwei Drittel saurem Natriumphosphat (PO_4NaH_2) und Natriumhippurat ($C_9NH_8NaO_3$) zu ermöglichen, wurden gleiche Molecüle von $PO_4Na_2H + 12H_2O$ (1·163 Grm.) und Hippursäure (0·581 Grm.) in warmem Wasser gelöst. Aus dieser stark sauren Flüssigkeit entstanden beim Verdunsten über Schwefelsäure zuerst schöne, durchsichtige Krystalle, welche sich als Hippursäure zu erkennen gaben. Zur Controle wurden sie der Elementaranalyse unterworfen; 0·290 Grm. gaben folgende Procentgehalte:

	Gefunden	Berechnet für Hippursäure
C	61·16	60·33
H	5·26	5·02

und im Platinschiffchen blieben 0·00225 Grm. Asche, welche Phosphorsäure enthielt, worin etwas Kohle eingeschmolzen war.

Aus der Mutterlauge der Hippursäure krystallisirte ein Gemenge von Hippursäure und gewöhnlichem Natriumphosphat, zuletzt nur mehr dieses Salz. Weder hippursaures Natrium, noch eine Verbindung von Hippursäure mit Natriumphosphat, ähnlich der von Harnsäure mit Natriumphosphat, welche Byasson[1] glaubt annehmen zu sollen, konnten nachgewiesen werden.

Dieselbe Reihenfolge in der Krystallisation erfolgte, wenn Hippursäure bei gewisser Temperatur in Natriumphosphatlösung im Überschuss eingetragen und das Filtrat davon im Vacuum verdunstet wurde.

2. Wenn auch im obigen Versuch durch Concentration der Lösung die Bestandtheile in ihrer ursprünglichen Form wieder erhalten wurden, so erschien es dennoch möglich, dass die nicht concentrirte Lösung die beiden Natriumsalze enthalten werde. Dies sollte durch Behandlung mit Äther entschieden werden. War die Hippursäure als Natronsalz vorhanden, so durfte Äther aus dieser Lösung keine Hippursäure aufnehmen, da hippursaures Natrium zwar in Wasser, Alkohol sehr leicht, nicht aber in Äther löslich ist. Doch es zeigte sich, dass beim Schütteln mit Äther, Hippursäure entzogen wird, selbst dann, wenn diese (etwa 1 Grm.) in eine mässig concentrirte Lösung von gewöhnlichem Natriumphosphat mit der Vorsicht eingetragen war, dass die Flüssigkeit noch entschieden alkalisch reagirte. Der Schütteläther nahm saure Reaction an und wurde er von der wässerigen Schichte abgehoben und destillirt, so hinterliess er Krystalle von Hippursäure.

Wie bedeutend die Menge derselben sein kann, zeigt noch folgender Versuch, der unter 4. wieder erwähnt werden soll. Eine Lösung von 4·253 Grm. $PO_4Na_2H+12H_2O$ und 2·1915 Grm. Hippursäure gab an Äther 0·251 Grm. Hippursäure ab. Wurde nun diese wässerige Lösung zur Trockne eingedampft und abermals mit Äther behandelt, so gaben vier Auszüge, zusammen mit dem ersten: 1·957 Grm. aschefreie Hippursäure, d. i. um

[1] Journ. de l'Anat. et de la physiol. par M. Charles Robin. 1872 p. 387.

0·2345 Grm. Hippursäure weniger als im ganzen zugesetzt worden war. Das Extrahiren mit Äther wurde nicht weiter fortgesetzt. Die vom Äther nicht gelösten Krystalle reagiren intensiv alkalisch, während die ursprüngliche Flüssigkeit stark sauer war.

Es war also auch auf diese Weise die Umsetzung von Hippursäure und gewöhnlichem Natriumphosphat in zwei Natriumsalze nicht erweisbar.

3. Nun wurde untersucht, wie sich eine Mischung von zwei Drittel saurem Natriumphosphat (PO_4NaH_2) und hippursaurem Natrium verhält, welche schon fertig zusammengebracht werden. Zeigte sie ähnliche Erscheinungen, wie sie früher bei Gemischen von Hippursäure und gewöhnlichem Phosphat beobachtet wurden, so wäre es um so weniger wahrscheinlich, dass auch bei diesen letzteren sich zwei Natronsalze in Lösung befinden.

Die Lösung von je 1 Molecül zwei Drittel saurem Natriumphosphat und hippursaurem Natrium scheidet nun beim Abdunsten wieder zuerst durchsichtige, glasglänzende, ungewöhnlich grosse Prismen von Hippursäure aus, wie man sie nur aus langsam verdunstenden Lösungen erhält. Auf glühendem Platinblech entflammen sie und hinterlassen eine Spur phosphorsäurehältiger Asche.

Es fand also hier beim Einengen eine Zerlegung des hippursauren Natriums statt, im Einklange mit den zwei ersten Versuchen.

Später erstarrte die Lösung zu einem Krystallkuchen. Um einen weiteren Beweis für die stattgehabte Zersetzung zu liefern, wurde dieser mit Weingeist behandelt; denn war noch hippursaures Natrium vorhanden, so konnte dieses leicht in Lösung gehen: nun aber nahm der Alkohol nur Hippursäure auf und hinterliess gewöhnliches Natriumphosphat.

Die Versuche 1, 2 und 3 zeigen zunächst, dass eine Lösung von Hippursäure und PO_4Na_2H einerseits, identisch ist mit einer solchen von Natriumhippurat und PO_4NaH_2 anderseits, und ferner, dass sowohl in dem einen wie in dem andern Falle sich zwar freie Hippursäure und PO_4Na_2H, aber nicht die Umsetzung zu zwei Natriumsalzen erweichen lässt. Die Bestandtheile von Versuch 3 haben sich umgesetzt zu freier Hip-

pursäure und PO_4Na_2H, also zu denen, die bei Versuch 1 und 2 direct genommen worden waren.

So klar nun und zusammenstimmend das Resultat der bisherigen Versuche war und so bestimmt sie der bisherigen Annahme von einer Natriumentziehung durch Hippursäure entgegensprachen, so war doch noch ein Punkt aufzuklären, der ihnen entgegenstand. Es ist dies die Thatsache, dass die Hippursäure in einer Lösung von gewöhnlichem Natriumphosphat reichlich sich auflöst, während sie in reinem Wasser schwer löslich ist. Diese erhöhte Löslichkeit kann man sich nur so denken, dass aus der schwer löslichen Hippursäure das leicht lösliche Natriumsalz entsteht. Wie kommt es nun aber dann, dass Abdunsten doch wieder die ursprüngliche Säure und kein Hippurat gibt, und dass ebenso Äther die Hippursäure als freie Säure entzieht? — Um diesem interessanten Dilemma näher zu kommen, wurde Versuch

4. angestellt. Man wollte sehen, in welcher Menge sich Hippursäure in gewöhnlichem Natriumphosphat löst. Ist diese erhöhte Löslichkeit durch Natriumentziehung bedingt, so musste sie moleculare Gewichtsverhältnisse zeigen, und die aufgenommene Hippursäure, nach Abzug der einfach gelösten Menge, abhängig sein von der Menge des Natriumphosphates, das ihr geboten wird. Endlich müsste dann auch das Trinatriumphosphat auf sein Molecül doppelt so viel Hippursäure in Lösung bringen als das gewöhnliche Phosphat, da es um ein Na-Atom mehr enthält. Beides war in der That der Fall.

In 30 CC. Wasser von 22° C., welches 4·253 Grm. $PO_4Na_2H + 12H_2O$ enthielt, wurde Hippursäure partienweise eingetragen, so lange sich davon löste. Zuletzt blieb Hippursäure am Boden des Gefässes, welche auch nach mehreren Tagen und häufigem Umrühren nicht mehr in Lösung ging. Nach Abzug dieser auf dem Filter gesammelten Krystalle waren 2·1915 Grm. Hippursäure verbraucht worden. Wird nun ein Atom Natrium im Dinatriumhydrophosphat von der Hippursäure gebunden, so verlangt hier die Rechnung zur Bildung von $C_9NH_8NaO_3$ 2·1265 Grm. Hippursäure. Das Phosphat hatte nur um 0·065 Grm. mehr aufgenommen. Diese können auf Rechnung der 30 CC. Wasser gebracht werden, welche für sich — nach Liebig — bei 0° 0·050 Grm.

und bei 22° gewiss etwas mehr Hippursäure zu lösen vermögen.

Ein Versuch mit PO_4Na_3 ergab, dass von 0·7785 Grm. des trockenen Salzes 1·7105 Grm. Hippursäure aufgenommen wurden, während die Rechnung zur Bildung von 2 Molecülen $C_9NH_8NaO_3$ 1·699 Grm. Hippursäure verlangt.

Es mag noch das Verhalten von Lösungen, welche auf 1 Molecül PO_4Na_2H 1 Molecül Hippursäure oder auf 1 Molecül PO_4Na_3 2 Molecüle Hippursäure enthalten, gegen unterschwefligsaures Natron erwähnt werden, welches Salz Huppert[1] als Erkennungsmittel anwendet, ob im Harn freie Säure vorhanden ist oder nicht. Diese Lösungen erzeugen nämlich in unterschwefligsaurem Natron, selbst in der Wärme, höchstens eine schwache Trübung; während freie Hippursäure eine starke Schwefelausscheidung bewirkt.

Diese letzteren Versuche zeigen, dass dennoch chemische und nicht rein physikalische Wirkung es ist, welche die Löslichkeit der Hippursäure in den beiden Phosphaten bedingt. Jedenfalls enthält eine Natriumphosphatlösung, in die Hippursäure eingetragen worden ist, hippursaures Natrium, wenn es sich auch nicht durch Krystallisation erweisen lässt. Die Affinitäten, durch welche die Hippursäure den Natriumphosphaten Metall entzieht, sind keineswegs kräftiger Art; sie kehren sich sofort um, wenn man die Lösung eindampft (Versuch 1), oder wenn man sie mit Äther (Versuch 2) oder Alkohol (Versuch 3) schüttelt. Man kann für unsere Gemische ebenso beweisen, dass sie freie Hippursäure und gewöhnliches Natriumphosphat, oder auch, dass sie Natriumhippurat und zwei Drittel saures Natriumphosphat enthalten. Beide Gemische befinden sich in einem Zustand labilen Gleichgewichts, indem bald die einen Affinitäten, bald die anderen sich geltend machen.

Offenbar finden ähnliche Verhältnisse auch beim Harn statt, und es war zu erwarten, dass, wenn Äther die Hippursäure selbst alkalischen Flüssigkeiten zu entziehen vermag, dies um so eher beim sauren Harn geschehen wird. Wurde saurer Morgenharn, von dem man einen Theil des Wassers durch Ausfrieren mittelst

[1] Arch. der Heilkunde. VIII., 354.

einer Kältemischung entfernt hatte, mit Äther geschüttelt, dieser abgehoben und destillirt; so erhielt man einen stark sauren Rückstand, der in Wasser aufgenommen, mit etwas Thierkohle entfärbt und heiss filtrirt wurde. Der rothbraune, zum Theil aus Nadeln bestehende Rückstand wog 0·127 Grm. und wurde mittelst der Nitrobenzolreaction als Hippursäure erkannt: ein Theil davon, mit concentrirter Salpetersäure abgedampft und in der Eprouvette erhitzt, entwickelte einen durchdringenden Bittermandelgeruch.

Man kann demnach daraus, dass durch blosse Behandlung mit Äther ohne Säurezusatz dem Harn Hippursäure entzogen wird, dennoch nicht folgern, dass diese Säure im freien Zustande darin vorhanden ist.

Die im Vorstehenden geschilderte Einwirkung von Hippursäure auf PO_4Na_2H liess vermuthen, dass überhaupt jede in Wasser schwer lösliche Säure, sofern nur ihr Alkalisalz löslicher ist, bei Gegenwart von Natriumphosphat eine vermehrte Löslichkeit zeigen werde. Von der Harnsäure ist dies längst bekannt, doch fand ich dies beispielsweise auch bei der Benzoësäure bestätigt. Beide Säuren zeigen ein der Hippursäure ganz analoges Verhalten. Sie lösen sich in PO_4Na_2H in einer dem Natriumbenzoat ($C_7H_5NaO_2$) und dem saurem Natriumurat ($C_5N_4H_3NaO_3$) entsprechenden Menge, und es hängt begreiflicherweise nur von dem Gehalte an Phosphat ab, wie viel von obigen Säuren aufgenommen wird.

Auch diese Lösungen mit Benzoësäure oder Harnsäure reagiren sauer; nur zeigt die Lösung der Harnsäure in PO_4Na_2H — heiss bereitet — keine so stark saure Reaction wie die der Benzoësäure und der Hippursäure, und eine noch geringere in kalt bereiteter Lösung.

Die Analogie der Benzoësäure und Harnsäure mit der Hippursäure findet sich ferner auch darin, dass sie in PO_4Na_3 in doppelt so grosser Menge löslich sind als in der äquivalenten Menge PO_4Na_2H.

Beim Eindampfen erhält man auch hier — mag die Lösung ursprünglich mit je 1 Molecül Benzoësäure (Harnsäure) und ge-

wöhnlichem Natriumphosphat, oder mit je einem Molecül Natriumbenzoat (saurem Natriumurat) und zwei Drittel saurem Natriumphosphat bereitet worden sein — immer zuerst die organische Säure und dann gewöhnliches Natriumphosphat. Doch konnte man bei der Benzoësäure schon eine geringe Menge zwei Drittel saures Phosphat in der letzten Mutterlauge auffinden, nachdem sich aus derselben vorher grosse Mengen PO_4Na_2H ausgeschieden hatten. Dem entsprechend musste sich auch etwas Natriumbenzoat ausgeschieden haben.

Noch etwas beständiger gestaltet sich das Natriumsalz bei der Harnsäure; hier erhält man schon mehr davon, aber immer noch neben überschüssiger Harnsäure. Die Menge des ausgeschiedenen Natriumsalzes scheint mit seiner Schwerlöslichkeit zuzunehmen, indem dasselbe, schon aus verdünnter Lösung herausfallend, in diesem Zustande weniger geeignet ist, sich zu Säure und Phosphat zurückzubilden.

Endlich konnte an der Benzoësäure auch das Verhalten gegen Alkohol und Äther geprüft werden. Auch hier entzog Äther dieselbe einem Gemisch von gleichen Molecülen Benzoësäure und PO_4Na_2H. Dasselbe geschah mit Weingeist bei einem Gemisch von gleichen Molecülen Natriumbenzoat und PO_4NaH_2, trotzdem der Weingeist, welcher bei weitem kein so gutes Lösungsmittel für benzoësaures wie für hippursaures Natrium ist, in grossem Überschuss angewendet worden war: der Weingeist nahm die Säure auf, und die ungelöst zurückgelassenen Krystalle waren gewöhnliches Natriumphosphat.

Es verhält sich also das zweite, beziehungsweise auch das dritte Natriumatom im Phosphat gegen Hippursäure, Benzoësäure, Harnsäure und wahrscheinlich überhaupt gegen schwächere organische Säuren ähnlich einem freien Alkali; doch wird der Gleichgewichtszustand der beiden so entstandenen Salze schon durch geringfügige äussere Veränderungen gestört, indem wieder Säure und PO_4Na_2H, beziehungsweise PO_4Na_3, zurückgebildet wird.

Innsbruck, Jänner 1874.

II. SITZUNG VOM 15. JÄNNER 1874.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Chemische Analyse der euganäischen Thermen von St. Helena bei Battaglia" und „Untersuchung der Thermen von Trentschin-Teplitz", beide von Hrn. Prof. Dr. F. C. Schneider.

„Bemerkung zu einem Satze aus Riemann's Theorie der Functionen einer veränderlichen complexen Grösse", von Herrn Prof. F. Lippich in Prag.

Herr Dr. P. Langer, Aspirant an der laryngoskopischen Klinik des allgemeinen Krankenhauses in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über eine angeborne Bildungsanomalie im *Cavum pharyngo-nasale*".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Copenhague: Mémoires. Classe des Lettres. Vol. IV, Nrs. 8—9. Copenhague, 1872 & 1873; 4°. Classe des Sciences. Vol. IX, Nrs. 8—9; Vol. X, Nrs. 1—2. Copenhague, 1872 & 1873; 4°. — Oversigt. 1872, Nr. 2. Kjøbenhavn; 8°. — Snorre Sturlassöns historieskrivning, en kritisk undersögelse, af Gustav Storm. Kjøbenhavn, 1873; 8°.

— des Sciences, Belles-Lettres & Arts de Lyon: Mémoires. Classe des Sciences. Tome XVIII°. Paris & Lyon, 1871—1872; gr. 8°.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 6. Band. Wien, 1870; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1874; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LV. Theil, 3. Heft. Greifswald, 1873; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. meteorologische. August, September & October 1872. Zürich; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 26. Paris, 1873; 4°.

Durège, H., Elemente der Theorie der Functionen einer complexen veränderlichen Grösse. Leipzig, 1873; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 1. Wien, 1874; 4°.

— Naturforschende, in Zürich: Vierteljahrsschrift. XVII. Jahrgang, 1.—4. Heft. Zürich, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1874; 4°.

Haeckel, Ernst, Die Gastraea-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreiches und die Homologie der Keimblätter. Jena, 1873; 8°.

Institute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. III, Nr. 1. London, 1873; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VIII, 4. & 5. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steierische. 7. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1874; 4°.

Lese-Verein, akademischer, an der k. k. Universität und steierm. landsch. technischen Hochschule in Graz: VI. Jahresbericht. Graz, 1873; 8°.

Marschall, Comes Augustus de, Nomenclator zoologicus. Vindobonae, 1873; 8°.

Nature. Nr. 219, Vol. IX. London. 1874; 4°.

Oesterreicher, T. Ritter von, Die österreichische Küstenaufnahme im adriatischen Meere. Triest, 1873; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 4. Torino, 1872; 4°.

Panstenographikon. Zeitschrift für Kunde der stenographischen Systeme aller Nationen. I. Band, 3. & 4. Lieferung. Nebst Beilage: *Notae Bernenses.* Dresden, 1874; 8° & Folio.

Prestel, M. A. F., Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland, sowie der gesammten norddeutschen Tiefebene etc. Emden, 1872; gr. 8°.

Radcliffe Observatory, Oxford: Results of Astronomical and Meteorological Observations, made in the Year 1870. Oxford, 1873; 8⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIV. Band. Jahrgang 1874. Januar-Heft. Wien; 8⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIIe Année, 2me Série, Nr. 28. Paris, 1874; 4⁰.

Rossetti, Francesco, Sul potere specifico induttivo dei coibenti. Venezia, 1873; 8⁰. — Sulla inversione delle correnti nei due elettromotori di Holtz e nell' elettromotore doppio del Poggendorff. Venezia, 1873; 8⁰.

Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon: Annales. IVe Série. Tome IIIe. 1870. Lyon, Paris, 1871; gr. 8⁰.

— Linnéenne de Lyon: Annales. Année 1872. (Nouvelle Série.) Tome XIXe. Paris; gr. 8⁰.

Society, The Linnean, of London: Transactions. Vol. XXVIII, Part 3; Vol. XXIX, Part 2. London, 1873; 4⁰. — Journal. Botany. Vol. XIII, Nrs. 68—72; Zoology. Vol. XI, Nrs. 55—56. London, 1872 & 1873; 8⁰. — Proceedings. Session 1872—73. Sign. b—l. 8⁰. — List of the Members. 1872; 8⁰.

— The Edinburgh Geological: Transactions. Vol. II, Part 2. Edinburgh, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 2. Wien 1874; 4⁰.

Würzburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1870—1873. 4⁰ & 8⁰.

III. SITZUNG VOM 22. JÄNNER 1874.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Versuche über den Gleichgewichtssinn", zweite Mittheilung, vom Herrn Regierungsrathe Dr. E. Mach in Prag.

„Ein Beitrag zur Kenntniss der Flora des böhmischen Carbons" und „Beiträge zur physikalischen Kenntniss der Krystalle", beide vom Herrn R. Helmhacker in Leoben.

„Zur Analysis situs Riemann'scher Flächen", vom Herrn Dr. H. Durège, Professor an der Universität zu Prag.

Herr Dr. Fr. Exner überreicht eine Abhandlung: „Über die Abhängigkeit der Elasticität des Kautschuks von der Temperatur".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sess. 7ª. Roma, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1969—1971. (Bd. 83. 1—3.) Kiel, 1874; 4°.

Beobachtungen, Magnetische und meteorologische, an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1872. 33. Jahrgang. Prag, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 1. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 12. Wien, 1873; 8°.

— Neurussische, der Naturforscher in Odessa: Memoiren. II. Band, 1. Lieferung. Odessa, 1873; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 2. Wien, 1874; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 3. Wien, 1874; 4°.

Giessen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1873. 4° & 8°.

Kasan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1872; 1873, Nr. 2 —3. Kasan, 1873; 8°.

Kiel, Universität: Schriften vom Jahre 1872. Band XIX. Kiel, 1873; 4°.

Lotos. XXIII. Jahrgang. October, November & December 1873. Prag; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^. Quesneville. 385e livraison. Paris, 1873; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 20. Band. 1874, I. Heft, Gotha; 4°.

— des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrg. 1873, 11. & 12. Heft. Wien; 8°.

Nature. Nr. 220, Vol. IX. London, 1874; 4°.

Onderzoekningen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Recks. II. Aflev. 3. Utrecht, 1873; 8°.

Programm, XXIV., des k. k. Staats-Gymnasiums zu Innsbruck; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 16. Wien; 4°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 6. Lisboa, 1873; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série. Nr. 29. Paris, 1874; 4°.

Society, The Royal, of Victoria: Progress Reports and Final Report of the Exploration Committee. Melbourne, 1863; 4°.

Turkestanoff, Nicolas, Abgekürzter Kalender auf tausend Jahre. 900—1900. St. Petersburg, 1868; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 3, Wien, 1874; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 17. & 18. Heft. Wien, 1873; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

IV. SITZUNG VOM 5. FEBRUAR 1874.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure.“ II.—IV. Abthlg., vom Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Mineralogische Mittheilungen.“ V., vom Herrn Oberbergrathe und Professor Dr. V. Ritter v. Zepharovich in Prag.

„Bemerkung zur specifischen Wärme des Kohlenstoffes“, vom Herrn Capitular, Prof. Karl Puschl in Seitenstetten.

Herr Friedr. Wilh. Hermann Krause, Mechaniker in Wien, hinterlegt ein versiegeltes Packet zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt die VII. Reihe der „Krystallographisch - chemischen Untersuchungen“ vom Herrn Dr. Haldor Topsöe in Kopenhagen vor.

Herr J. Puluj überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Reibungsconstante der Luft als Function der Temperatur.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. November 1873. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Abhandlungen der historischen Classe. XII. Bandes I. Abthlg.; Abhandlungen der philos.-philolog. Classe. XIII. Bandes 1. Abthlg.; Abhandlungen der mathem.-physikal. Classe. XI. Bandes 2. Abthlg. (Nebst den betreffenden Separat-Abdrücken). München, 1873; 4°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 3—4. Wien, 1874; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1972 (Bd. 83. 4.) Kiel, 1874; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. XI. Punt. I. Venezia, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nrs. 2—3. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhm., zu Prag: Sitzungsberichte. Nr. 7. 1873. Prag; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 4—5. Wien, 1874; 4°.

Horsford, E. N., Report on an Investigation of the Sources of the Offensive Odors etc. Cambridge, 1873; 8°.

Institut National Genevois: Bulletin. Tome XVIII. Genève, 1873; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II°. Serie IV^a, disp. 9^a—10^a; Tomo III°, Serie IV_a, disp. 1^a. Venezia, 1872—73 & 1873—74; 8°.

Jahresbericht des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht für 1873. Wien, 1874; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VIII, 6. & 7. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 2. Graz, 1874; 4°.

Madrid, Universität: Revista. 2ª Época. Tomo I. Nr. 1—4, 6; Tomo II. Nr. 1—2. Madrid, 1873; gr. 8°.

Nature. Nrs. 221—222, Vol. IX. London, 1874; 4°.

Protokolle der Verhandlungen der permanenten Commission für Europäische Gradmessung vom 16. bis 22. September 1873 in Wien. (Als Manuscript gedruckt.) 4°.

Pellarin, Charles, Le Choléra comment il se propage et comment l'éviter, solution trouvée et publiée en 1849. Paris, 1873; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIV. Band. Jahrgang 1874, Februar—März-Heft. Wien; 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 8. Janeiro de 1874. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." III° Année, 2me Série, Nrs. 30—31. Paris, 1874; 4°.

Riccardi, P., Biblioteca matematica Italiana. Fasc. 1°. (Vol. II.) Modena, 1873; 4°.

Society, The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXIV, Nr. 2. London, 1873; 8°.

Society, The Royal Geographical: Proceedings. Vol. XVIII, Nr. 1. London, 1874; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLI. Band, 1. Heft. Wien, 1874; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 4—5. Wien, 1874; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXVI. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1874; 4°.

V. SITZUNG VOM 12. FEBRUAR 1874.

Der Secretär liest eine Zuschrift des k. & k. Ministeriums des Äussern vom 4. Februar, wodurch die Akademie in Kenntniss gesetzt wird, dass dem von ihr unter dem 23. Jänner gestellten Ansuchen entsprechend, der k. & k. Gesandte Graf Wimpffen in Rom bei der k. italienischen Regierung die nöthigen Schritte eingeleitet hat, damit dem mit der geologischen Durchforschung der Ostküste Italiens betrauten Custos Th. Fuchs und seinem Assistenten A. Bittner bei ihren Forschungen der möglichste Vorschub zu Theil werde.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über androgyne Missbildung bei Cladoceren", vom Herrn Wilh. Kurz, Realschul-Professor in Deutschbrod, eingesendet vom Herrn Regierungsrathe Dr. Friedr. Stein in Prag.

„Über die Leitung des Schalles in Gasen", vom Herrn Dr. V. Dvořák, eingesendet durch Herrn Regierungsrath Dr. E. Mach in Prag.

„Die Geometrie auf Flächen constanter negativer Krümmung," vom Herrn Dr. Gustav v. Escherich, Assistenten für Physik am Polytechnikum in Graz.

„Zur Kenntniss des Wachsthums von *Fissidens*" vom Herrn Prof. Dr. Hubert Leitgeb in Graz.

Herr Director Dr. Jos. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Zur Theorie der magnetischen Kräfte."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chemist. Vol. IV, Nr. 7. Philadelphia, 1874; 4°.

Annalen (Justus Liebig's) der Chemie und Pharmacie. N. R. Band 94, Heft 3. Leipzig & Heidelberg. 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1973 (Bd. 83. 5.) Kiel, 1874; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe, Nr. 192. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Commission de météorologie de Lyon: Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Lyon du 1er Décembre 1870 au 1er Décembre 1871. (1871.) 28e Année. 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 4. Paris, 1874; 4°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift. Deel XX (Zevende Serie. Deel I.) Aflev. 4—6. Batavia, 's Hage, 1872 & 1873; 8°. — Notulen. Deel X. 1872, Nr. 4; Deel XI. 1873, Nr. 1. Batavia, 1873; 8°. — Alphabetische lijst van land- zee- rivier- wind- storm- en andere Kaarten. Batavia, 'S Hage, 1873; 8°.

Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neuere Zeit. X. Band. 2. & 3. Abthlg. Entwickelung der Chemie von Hermann Kopp. 2. & 3. Abthlg. München, 1873; 8°.

Gesellschaft, Schlesische, für vaterländische Cultur: Abhandlungen der philos.-histor. Abtheilung 1872/73; Abhandlungen für Naturwissenschaften und Medicin. 1872/73. Breslau, 1873; 8°. — L. Jahres-Bericht. Breslau, 1873; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 3. Wien, 1874; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang. Nr. 6. Wien, 1874; 4°.

Gylden, Hugo, Ableitung der Declinationen aus den am Verticalkreise der Pulkowaer Sternwarte in den Jahren 1842—1849 angestellten Beobachtungen etc. St. Petersburg, 1873; 4°.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde von Nederlandsch-Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VIII. Deel. 2. Stuk. 'S Gravenhage, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 3. Graz, 1874; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1874, Nr. 1. Wien; 4°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1874, 1. Heft. Wien; 8⁰.

Nature. Nr. 223, Vol. IX. London, 1874; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Abhandlungen. Band V, Heft Nr. 6. Wien, 1873; Folio. — Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 4. Wien; 4⁰. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 17 & 18; Jahrgang 1874, Nr. 1 & 2. Wien; 4⁰. — Catalog der Ausstellungs-Gegenstände bei der Wiener Weltausstellung 1873. Wien; 8⁰. — Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung Wiens. Von Th. Fuchs. Wien, 1873; 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 32. Paris, 1874; 4⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873, Disp. 9ᵃ—10ᵃ. Palermo; 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1873. Nr. 3. Moscou, 1874; 8⁰.

Society, The Geological, of Glasgow: Transactions. Palaeontological Series, Part I. Glasgow; 4⁰.

Topsöe, Haldor, & C. Christiansen, Recherches optiques sur quelques séries de substances isomorphes. Paris, 1874; 8⁰.

Verein, Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XVII. Jahrgang (1873), 1. & 2. Vierteljahrsheft. Berlin; 8⁰.

Walker, J. T. Account of the Operations of the Great Trigonometrical Survey of India. Vol. I. The Standards of Measure and the Base-Lines. Dehra Doon, 1870; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1874; 4⁰.

VI. SITZUNG VOM 26. FEBRUAR 1874.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 16. Februar l. J. erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes, des Herrn Dr. Lambert Adolphe Jacques Quetelet, Directors der Sternwarte zu Brüssel.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands", vom Herrn Dr. Karl Vrba in Prag, eingesendet durch Herrn Prof. v. Zepharovich.

„Die Axenbestimmung der Kegelflächen zweiten Grades", vom Herrn Karl Pelz, Assistenten der descriptiven und neueren Geometrie am deutschen Polytechnikum in Prag.

„Studien über erd-magnetische Messungen", vom Herrn Dr. Karl Braun, S. J. zu Kalksburg.

„Über Raumcurven siebenter Ordnung", vom Herrn Eduard Weyr in Paris.

Der Secretär stellt den Antrag, dass dem correspond. Mitgliede, Herrn Prof. Poggendorff in Berlin, aus Anlass der am 28. Februar zu begehenden 50jährigen Jubelfeier des Bestandes der von demselben herausgegebenen „Annalen der Physik und Chemie" der freudige Antheil der Classe durch ein Beglückwünschungs-Telegramm kundgegeben werde. Dieser Antrag wird einstimmig genehmigt.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 20. Februar vom Herrn Hofrathe Winnecke zu Strassburg gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

Herr Dr. Adolf Bernhard Meyer legt eine Abhandlung: „Über neue und ungenügend bekannte Vögel von Neu-Guinea", vor.

Herr Dr. F. Exner überreicht eine von ihm gemeinschaftlich mit Herrn W. C. Röntgen verfasste Abhandlung: „Über eine Anwendung des Eiscalorimeters zur Bestimmung der Intensität der Sonnenstrahlung."

Herr Dr. Friedrich Brauer macht eine vorläufige Mittheilung über die Entwicklung und Lebensweise des *Lepidurus productus* Bosc. im Vergleiche mit jener des *Apus cancriformis.*

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Tomo III. Anno III. (1849—50). Roma, 1873; 4°.

Akademie, Südslavische, der Wissenschaften und Künste: Rad. Knjiga XXV. U Zagrebu, 1873; 8°.

American Association for the Advancement of Science: Proceedings. XXIth Meeting, held at Dubuque, Iowa. August, 1872. Cambridge, 1873; 8°.

Annalen (Justus Liebig's) der Chemie und Pharmacie. N. R. Band 95, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1874; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1874. Trieste; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 5—6. Wien, 1874; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LV. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1974—1975 (Bd. 83. 6—7.) Kiel, 1874; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIXe. Nr. 193. Genève, Lausanne, Paris, 1874; 8°.

Billroth, Theodor, Untersuchungen über die Vegetationsformen von *Coccobacteria septica* und den Antheil, welchen sie an der Entstehung und Verbreitung der accidentellen Wundkrankheiten haben. Berlin, 1874; Folio.

Bulletin of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories. Nr. 1. Washington, 1874; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nrs. 5—6. Paris, 1874; 4°.

Cosmos di Guido Cora. VI. Torino, 1874; 4°.

Fresenius, R., Analyse des Deutsch-Kreutzer Sauerbrunnens. Wiesbaden, 1874; 8⁰.

Gesellschaft, Berliner medicinische: Verhandlungen aus den Jahren 1871, 1872, 1873. Band IV. Berlin, 1874; 8⁰.

— böhmische chemische: Berichte. II. Jahrgang, 1. Heft. Prag, 1874; 8⁰. (Böhmisch.)

— k. bayer. botan., in Regensburg: Flora. N. R. 31. Jahrgang, Regensburg, 1873; 8⁰. — Repertorium der periodischen botanischen Literatur. IX. Jahrgang 1872. Regensburg, 1873; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 4. Wien, 1874; 4⁰.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVII (neuer Folge VII), Nr. 1. Wien, 1874; 8⁰.

— Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 3. Heft. September 1873. Yokohama; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 7—8. Wien, 1874; 4⁰.

Institut Égyptien: Bulletin. Année 1872—1873. Nr. 12. Alexandrie, 1873; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VIII, 8. & 9. Heft. Leipzig, 1874; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 4. Graz, 1874; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1874, Nr. 2. Wien; 4⁰.

Lotos. XXIV. Jahrgang. Jänner 1874. Prag; 8⁰.

Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 4. Wien; gr. 8⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 20. Band, 1874. Heft II. Nebst Ergänzungsheft Nr. 35. Gotha; 4⁰.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 386ᵉ Livraison. Paris, 1874; 4⁰.

Museum-Verein, Siebenbürgischer: Erdelényi Muzeum. 1874. 1. Sz. Klausenburg; 8⁰.

Nature. Nrs. 224—225. Vol. IX. London, 1874; 4⁰.

Naturforscher-Verein zu Riga: Arbeiten. N. F. V. Heft. Riga, 1873; 8⁰.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl IX. Band, 6. Heft. München, 1873; 8⁰.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 9. Lisboa, 1874; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger. III[e] Année, 2[e] Série, Nrs. 33—34. Paris, 1874; 4⁰.

Smithsonian Institution: Annual Report. For the Year 1871. Washington, 1873; 8⁰. — Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. X. Washington, 1873; 8⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873, disp. 11[a]. Palermo, 1873; 4⁰.

Société des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome IX, 3[e] Cahier. Neuchatel, 1873; 8⁰.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XIX[e] 1872. Session extraordinaire, Juillet 1872; Tome XX[e]. 1873. Revue bibliogr. C—D; Liste des membres. 1[er] Février 1874. Paris; 8⁰.

— de Biologie: Comptes rendus des séances et Mémoires. Tomes III[e]—V[e] de la IV[e] Série. (Années 1866, 1867, 1868); Tomes I[er]—III[e] de la V[e] Série. (Années 1869, 1870—1871.) Paris, 1870—1873; 8⁰.

Society, The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXIV, Nr. 1. London, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 7—8. Wien, 1874; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXVI. Jahrgang, 2. Heft. Wien, 1874; 4⁰.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

VII. SITZUNG VOM 12. MÄRZ 1874.

Herr K. Puschl, Capitular des Benedictinerstiftes Seitenstetten, übersendet eine Abhandlung: „Über Körperwärme und Ätherdichte".

Herr Hofrath Dr. E. v. Brücke überreicht eine „Vorläufige Mittheilung über die Quelle der Magensaftsäure", vom Herrn Prof. R. Maly in Innsbruck.

Herr Regierungsrath Dr. Th. v. Oppolzer übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Das Schaltbrett der österreichischen Gradmessung".

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über die Stärkebildung in den Keimblättern der Kresse, des Rettigs und des Leins" vor.

Herr Dr. H. Streintz übergibt eine Abhandlung: „Über die Dämpfung der Torsionsschwingungen von Drähten".

Herr Custos Dr. A. Schrauf überreicht eine von ihm, gemeinschaftlich mit Herrn Edw. Dana ausgeführte Arbeit, betitelt: „Notiz über die thermoëlektrischen Eigenschaften von Mineralvarietäten".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXVII, Sess. 1ª. Roma, 1874; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. December 1873. Berlin, 1874; 8⁰.

American Academy of Arts & Sciences: Memoirs. N. S. Vol. IX, Part 2. Cambridge, 1873; 4⁰ — Proceedings. Vol. VIII, Sign. 52—63. 8⁰.

— Chemist. Vol. IV, Nr. 8. Philadelphia, 1874; 4⁰.

Annales des mines. VIIᵉ Série. Tome IV. 4ᵉ Livraison de 1873. Paris; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 7—8. Wien, 1874; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1976—1977. (Bd. 83. 8—9.) Kiel, 1874; 4°.

Boston Society of Natural History: Memoirs. Vol. II. Part. II, Nrs. 2—3. Boston, 1872—1873; 4°. — Proceedings. Vol. XIV, Sign. 15—27; Vol. XV. Parts 1—2. Boston, 1872—1873; 8°.

California Academy of Sciences: Proceedings. Vol. V, Part. 1. 1873. San Francisco; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nrs. 7—8. Paris, 1874; 4°.

Essex Institute: Bulletin. Vol. IV, Nrs. 1—12. Salem, 1872; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, kgl. böhmische, in Prag. Sitzungsberichte. Jahrgang 1873. Nr. 8. Prag; 8°.

— k. k. mähr.-schles., zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. 1873. LIII. Jahrgang. Brünn; 4°.

— k. k. zoologisch-botanische, in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1873. XXIII. Band. Wien; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 5. Wien, 1874; 4°.

— k. k., der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Redigirt von S. Stricker. Jahrgang 1874. 1. Heft. Wien; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang. Nr. 9—10. Wien, 1874; 4°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1873. 4° & 8°.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1873, Nr. 4—12. Dresden, 1874; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie. Herausgegeben von Richard Maly. II. Band. Für das Jahr 1872. Wien, 1874; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IX, 1. Heft. Leipzig, 1874; 8°.

Küstenkarten des Adriatischen Meeres. Nr. 16—23, 27—30. Folio.

Landbote, Der steirische: 7. Jahrgang, Nr. 5. Graz, 1874; 4°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1874, 2. Heft. Wien; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 387° Livraison. Paris, 1874; 4°.

Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr aus dem statistischen Departement im k. k. Handels-Ministerium. IV. Band, 1. Heft. Wien, 1874; 4°.

Nature. Nrs. 223—227, Vol. IX. London, 1874; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 8. Torino, 1874; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1874, Nr. 3. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". III° Année, 2me Série, Nrs. 35—36. Paris, 1874; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 12ª. Palermo; 4°.

Societas Entomologica Rossica: Horae. T. IX. Nr. 3—4. Petropoli, 1873; 8°.

Société Entomologique de Belgique: Annales. Tome XVI°. Bruxelles, Paris, Dresde, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 9—10. Wien, 1874; 4°.

Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters: Transactions. 1870—2. Madison, Wis., 1872; 8°.

Wolf, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXIV. December 1873. 8.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXVI. Jahrgang. 3.—4. Heft. Wien, 1874; 4°.

Über die Quelle der Magensaftsäure,

ein Capitel aus einer längeren, die chemischen Verhältnisse der Verdauung betreffenden Untersuchung.

Von Prof. **Maly** in Innsbruck.

(Vorläufige Mittheilung.)

Genügend zahlreiche Untersuchungen verschiedener Autoren haben zu constatiren vermocht, dass der Magensaft sowohl freie Milchsäure als auch freie Chlorwasserstoffsäure enthalten kann. Die letztere wurde am vollständigsten, bis zur Atomgewichtsbestimmung der Säure gehend, von Lehmann constatirt, während Bidder und C. Schmidt (Verdauungssäfte und Stoffwechsel, Mitau und Leipzig 1852) durch Bestimmung der Gesammtmenge des Chlors und der sämmtlichen vorhandenen Basen zeigten, dass (in den von ihnen untersuchten Fällen wenigstens) das Aequivalent des Chlors jenes der gesammten Basen $+NH_4$ übertraf, dass also bestimmt ungesättigte Salzsäure vorhanden war.

Weit weniger, als über die Zusammensetzung des Magensaftes, hat man sich über die Frage ausgesprochen, welche Mittel wohl der Organismus besitzen möge, freie Säuren, speciell freie HCl zu produciren. Nur Brücke hat dies ins Auge gefasst (Sitzb. Wien. Ak. XXXVI) und nimmt an, es seien Kräfte wirksam, welche die Säuren nach der einen, die Basen nach der anderen Seite treiben. Diese Voraussetzung stimmt zunächst damit, dass vorwiegend nur die innere Magenoberfläche, nicht die Drüsenschichte selbst sauer reagirt.

Es schien mir, dass diese Hypothese, die man kurz die der elektrolytischen Säurebildung nennen könnte, noch in einem ge-

wissen Sinne der Prüfung zugänglich sein könne. Wird nämlich die Säure, speciell die Salzsäure, nach der Mageninnenfläche dirigirt, so muss das Aequivalent freier Base irgendwo anders auftreten, was man um so mehr zu vermuthen Ursache hat, als man weiss, wie rasch der Organismus fremde lösliche Substanzen auszuscheiden und den Normalzustand herzustellen weiss. Man konnte dabei an Galle, Darmsäfte oder auch an den Harn denken. Bence Jones und dann auch Roberts haben schon angegeben, dass nach der Mahlzeit beim Menschen der Harn am wenigsten Säure enthalte, neutral oder auch alkalisch werde; eine Erscheinung, die, wie ich constatirte, bei manchen Individuen auf das Überraschendste eintritt, wenn man den Harn partienweise nach der Mahlzeit auffängt. Zu reinen Schlüssen sind jedoch die Verhältnisse bei der Verdauung einer Mahlzeit zu complicirt; auch kann man die zu Carbonaten verbrennenden organischsauren Alkalisalze nicht ausschliessen. Ich habe desshalb am nüchternen Thiere (Hund) einen Erguss von Magensaft zu veranlassen und darauf den Einfluss auf die Reaction im Harne zu beobachten versucht.

Die Magenmucosa wurde durch mittelst Schlundsonde eingeführte Substanzen — Knochenpulver, Pfeffer etc. — gereizt. Da aber im leeren Magen die secernirte Säure nicht zu Zwecken der Verdauung verbraucht, und also wieder aufgesaugt werden könnte, wodurch der Folge-Effect ausgeglichen würde, so wurde Sorge getragen, der Säure diese Möglichkeit zu benehmen. Dies gelingt dadurch, dass man zugleich einen indifferenten, unlöslichen und unschädlichen Körper in den Magen bringt, der die Salzsäure zu einer neutralen Substanz bindet. Kohlensaurer Kalk, dergleichen Magnesia, 3 basisch phosphorsaurer Kalk, Eisenhydroxyd eignen sich hiezu. Eine lange Reihe solcher Versuche an Hunden ergab constant, dass der vorher saure Harn entweder neutral, zumeist aber alkalisch wurde, und zwar häufig so stark, dass Lakmus dunkel gebläut wurde, wie von einer Lauge. Nach 2 oder 3 Stunden kehrte die ursprüngliche Harnreaction zurück. In allen Versuchen wurde Acidität und Alkalität des Harns titrirt (mit Oxals. 10 Grm. im Liter). Beispielsweise sei eine der vielen Beobachtungen hier mitgetheilt.

Hündin, 22 Stunden nüchtern.

h. 10·50 Blase entleert; Harn sauer. Auf 20 CC. zur Neutralisat. verbraucht 1·1 CC. Alkali.

h. 11·0 Injection von in Wasser aufgeschlemmtem $CaCO_3$ mittelst Schlundsonde in den Magen.

h. 11·20 Blase entleert, Harn intensif alkalisch.

h. 12·0 „ „ Harn alkalisch, beträgt mit dem vorigen (11·20 h.) zusammen 16·5 CC. Zu seiner Neutralisat. wurden verbraucht 3·8 CC. Säure.

h. 12·40 Blase entleert. Harn nur mehr wenig alkalisch. Auf 11 CC. verb. 0·3 CC. Säure. Von nun an Harn wieder sauer.

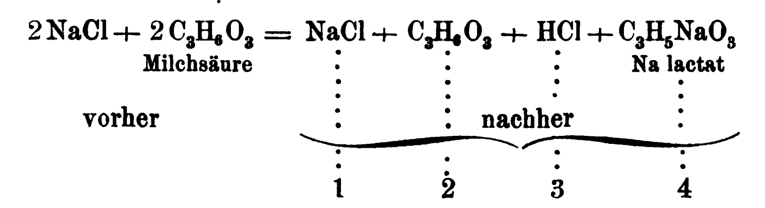
Mehr als 20 derlei Versuche verliefen ganz ähnlich. Es hat sich gezeigt, dass das Einführen einer Schlundsonde schon einen genügenden Reiz abgibt, so dass durch diese keine weitere scharfe Substanz, sondern nur ein Säuretilgungsmittel eingeführt zu werden braucht.

Man könnte den Einwurf machen, dass die zugeführten Kalksalze etc. allein die Nieren zur Production eines alkalischen Harns verleiten möchten und dass die Säure-Entziehung im Magen dabei unbetheiligt sei. Aber diess ist nicht der Fall, denn die verschiedensten Säuretilger verhalten sich ähnlich. Ja, wenn man jede fremde Substanz ausschliesst und durch einfache Wegnahme (mechanisch) das Experiment modificirt, so ist doch das Resultat das gleiche. Es wurde dies an einem Magenfistelhunde constatirt. Das Thier bekam nach der Reinigung des Magens von Schleim (durch die Canüle aus), um unter möglichst normalen Verhältnissen einen Reiz auf den Magen auszuüben, ein paar kleine Stückchen ausgesottenes Rindfleisch zu essen. Darauf wurde sofort an die Canüle ein kleiner mit einem Rohr versehener Kautschukballon befestigt. Aller Saft fliesst dann dahinein und wird so dem Organismus rein entzogen, während die Fleischstückchen zurückbleiben. Nach einiger Zeit wird der Ballon mit Inhalt entfernt, die Canüle geschlossen und der Harn stündlich abgenommen. Man findet ihn, wie bei den vorigen Versuchen, nach kurzer Zeit und wieder vorübergehend alkalisch werden.

Demnach steht fest, dass consecutiv nach Hervorrufung von Magensaft der Harn einen Überschuss an Alkali ausscheidet. Es wirft sich die Frage auf, kann diese Erscheinung noch auf ein anderes Verhalten bei der Magensäurebildung zurückgeführt werden, als auf das einer Dissociations-Erscheinung?

Setzen wir den Fall, die Magenmucosa vermöge Milchsäure zu produciren aus dem ihr zugeführten Blutmateriale, und weiter, es vermöge diese Säure die neutralen Chloride, speciell NaCl, zu zerlegen. Auch in diesem Falle bekäme man freie HCl, wird aber dann auch der Harn alkalisch werden können, resp. wird dann auch an irgend einem zweiten Orte eine postchronische Alkalisecretion folgen können oder müssen?

Wenn die freie Milchsäure partiell (anders kann man sich eine solche Wirkung auf keinen Fall denken) die neutralen Chloride dissociirt, so haben wir im Magensaft nothwendig 4erlei Körper:



Obwohl in diesem Falle gegenüber der elektrolytischen Zerlegung die Sättigungscapacität der Gesammtheit der Säfte durch wirkliche Säure b i l d u n g (Milchsäure) für Säuren grösser geworden sein muss, und kein Alkali secundär irgend wohin dirigirt worden ist, so muss doch auch hier d e r Effect bei der Neutralisation des Magensaftes auftreten, der wirklich im Harne beobachtet worden ist. Denn von den Saftcomponenten ist 1 neutral und 3 wird es durch das eingeführte Säure-Tilgungsmittel; 4 ist, 2 wird zu Lactat und da Lactate in der Blutbahn in Carbonate überzugehen vermögen, müssen sie ebenfalls den Harn alkalisiren.

Man sieht, obwohl diese zweite Art der Säurebildung im Chemismus des Magens weit ab von der elektrolytischen steht, sofern dabei die Milchsäure-Production das Primäre ist, lässt sich die beobachtete Erscheinung dennoch damit gut deuten.

Die Prüfung, ob Milchsäure die Chloride zu dissociiren vermag, bildete die erste Beobachtungsreihe der hier referirten Versuche. Chemisch gelingt dies nicht, man hat bekanntlich kein Reagens auf HCl in einer sauren, Chloride haltenden Lösung. Aber die Diffusion führte zum Ziel. Man schichtet auf den Boden eines hohen Glascylinders ein Gemisch von verdünnter Milchsäure und Kochsalzlösung, und darüber bis zur Mündung destillirtes Wasser mit der Vorsicht, dass man zuerst noch die beiden Schichten mit dem Auge erkennt. Die Flüssigkeit bleibt 2 bis 10 Tage sich selbst überlassen; enthält sie HCl so muss sich dies zeigen, denn HCl diffundirt mehr als zweimal so rasch wie NaCl (Graham); es muss dann in den oberen Schichten mehr Cl sein als dem Na æquivalent ist, und umgekehrt muss in den untersten Schichten mehr Natrium sich finden, als dem daselbst vorfindlichen Chlor æquivalent ist. Diese Vermuthung hat der Versuch vollständig bestätigt, sie sogar übertroffen; in acht Versuchen, wobei die obersten und untersten Schichten (die mittleren wurden beseitigt) separat mit grosser Sorgfalt analysirt worden sind, zeigte sich, dass sowohl NaCl als auch KCl, $CaCl_2$ und $MgCl_2$ durch Milchsäure unter Salzsäure-Entwicklung theilweise zerlegt wird; denn immer war oben mehr Chlor, als dem Metalle äquivalent war.

Es ist daher constatirt, dass im gefüllten Magen, der Amylacea und damit auch Milchsäure enthält, eine Bildung freier HCl auf die angegebene Weise stattfinden k a n n.

Für den Magensaft des nüchternen Magens würde eine solche Säurebildung voraussetzen, dass der Saft primär Milchsäure enthält, die etwa unter Vermittlung eines Fermentes im Magen aus Blutbestandtheilen gebildet werden kann.

Ich werde in einer nächsten Mittheilung auseinanderzusetzen mir erlauben, dass in der That unter Vermittlung der Magenmucosa aus Kohlehydraten unzen- und pfundweise Milchsäure erzeugt werden kann, und dass sie eine Säuerung auch im Blutserum bewirkt, dass dies aber nur die Schleimhaut nach dem Tode zu thun vermag, während ihr im l e b e n d e n Zustande diese Fähigkeit abgeht. Der Magensaft des nüchternen Magens erhält seine HCl demnach ohne Vermittlung von Milchsäure.

VIII. SITZUNG VOM 19. MÄRZ 1874.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 14. März zu Hannover erfolgten Ableben des ausländischen correspond. Mitgliedes, des Herrn Dr. Johann Heinrich von Mädler, kais. russ. wirkl. Staatsrathes, emerit. Professors und Directors der Sternwarte zu Dorpat.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. IV. Mittheilung: Über die sogenannte Intensität der Lichtempfindung und über die Empfindung des Schwarzen", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Über den Gleichgewichtssinn". III. Mittheilung, vom Herrn Regierungsrathe Dr. E. Mach in Prag.

„Beitrag zur Kenntniss der Versteinerungen aus dem Kohlengebirge Ober-Schlesiens", vom Herrn Dr. Ottokar Feistmantel, Assistenten am mineralogischen Museum der Universität Breslau.

„Über die Bessel'schen Functionen", vom Herrn Leop. Gegenbauer, d. Z. in Berlin.

Herr Dr. A. Boué theilt den Inhalt seiner Abhandlung mit: „Über den Begriff und die Bestandtheile einer Gebirgskette, insbesondere über die sogenannten Urketten, sowie über die Vergleichung der Gebirgs-Systeme der Erd- und Mond-Oberfläche."

Herr Dr. Kratschmer überreicht eine Abhandlung: „Weitere Versuche betreffs der Behandlung des *Diabetes mellitus*".

Herr Prof. Dr. S. Schenk legt eine Abhandlung: „Der Dotterstrang der Plagiostomen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LVI. Theil, 1. Heft. Leipzig, 1874; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1978 (Bd. 83. 10.). Kiel, 1874; 4⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIX. Nr. 194. Genève, Lausanne, Paris, 1874; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 9. Paris, 1874; 4⁰.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1873. 4⁰ & 8⁰.

Gasthuis, Nederlandsch, voor Ooglijders: XIV[de] jaarlijksch Verslag. Utrecht, 1873; 8⁰.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVII (neuer Folge VII) Nr. 2. Wien, 1874; 8⁰.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. V. Band, 4. (Schluss-)Heft. Würzburg, 1874; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1874; 4⁰.

Henwood, William Jory, Observations on the Detrital Tin-Ore of Cornwall. Truro, 1873; 8⁰.

Institut, geodätisches: Publicationen. Beobachtungen mit dem Bessel'schen Pendel-Apparate in Königsberg und Güldenstein. Von C. F. W. Peters. Hamburg, 1874; 4⁰.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XL, 4., 5. & 6. Heft. Speyer, 1873; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IX, 2. & 3. Heft. Leipzig, 1874; 8⁰.

Maschek, Luigi, Manuale del Regno di Dalmazia, per l'anno 1874. Anno IV. Zara, 1874; 8⁰.

Nature. Nr. 228, Vol. IX. London, 1874; 4⁰.

Nedswetzky, Eduard, Zur Mikrographie der Cholera. Dorpat, 1874; 8⁰.

North Church and Society: The first Centenary of the, — in Salem, Massachusetts. Salem, 1873; 8⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1874. Nr. 4. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2me Série, Nr. 37. Paris, 1874; 4°.

Ross, Alexander Milton, The Butterflies and Moths of Canada. Toronto, 1873; kl. 8°.

Secchi, P. Angelo, Sulla distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare e loro relazione colle macchie. VII^{a}—XI^{a} Communicazione. Roma 1872—1874; 4°. — Note spettroscopiche sul sole e gli altri corpi celesti. Roma, 1872; 8°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1874, Disp. 1^{a}. Palermo; 4°.

Société littéraire, scientifique et artistique d'Apt: Mémoires. N. S. faisant suite aux Annales. Tome Ier Nr. 1. Apt, 1874; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Carlsruhe: Verhandlungen. VI. Heft. Carlsruhe, 1873; 8°.

Viale-Prelà, Cav. Benedetto, Sulla causa del diluvio universale. Roma; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1874; 4°.

Über den Gleichgewichtssinn.

Von E. Mach.

(Dritte Mittheilung.)

1.

Die Vorstellungen, die ich mir im Jahre 1865 über die Empfindung des Gleichgewichtes und der Bewegung bei Gelegenheit anderer Versuche gebildet habe, sind in Pogg. Ann. Bd. 126 S. 327 in der Note „über Flüssigkeiten, welche suspendirte Körperchen enthalten", kurz angedeutet. Die betreffende Stelle lautet:

„Überall liegt hier die einfache Bemerkung zu Grunde, dass ein Körper von einem andern nur dann einen Druck erleidet, wenn er dem letzteren Beschleunigung nimmt. Wenn man aus bedeutender Höhe ins Wasser springt und dabei eine Last in der Hand hält, kann man leicht bemerken, dass der Druck im Fall aufhört. Hieher gehört noch eine Erscheinung, die meines Wissens noch nicht besprochen wurde. Ich meine die merkwürdige Veränderung des Gemeingefühls, welche man beim Fallen, auch schon beim Schaukeln empfindet. Die Erklärung ist einfach. Beim Fallen hört der hydrostatische Druck des Blutes auf, die Gelenke werden von den Extremitäten nicht mehr gedrückt, der ganze Körper verhält sich wie schwerlos. Ähnlich müsste man sich befinden, wenn man plötzlich auf einen kleinen Planeten versetzt würde. Die Schwerlosigkeit des Körpers kann noch weitere physiologische Wirkungen haben (Seekrankheit)."

Diese Vorstellung, dass es Empfindungen im ganzen Körper sein können, welche uns Gleichgewicht und Bewegung erkennen lassen, ist in der ersten und zweiten Mittheilung nicht aufgegeben, aber in den Hintergrund getreten, weil ich unter dem unmittelbaren Eindruck der Experimente die Überzeugung gewonnen habe, dass die Hauptsache im Kopfe vorgeht.

In der ersten Mittheilung ist den älteren Vorstellungen auf S. 4 und 9 Raum gelassen und die S. 10 entwickelte Anwendung des Schwerpunkts- und Flächenprincipes, so wie die S. 12 in der Anmerkung gegebene Auseinandersetzung ist auf je zwei miteinander verbundene Körpertheile übertragbar.

Auch die zweite Mittheilung kommt S. 10 im Text und in der Anmerkung auf die ältere Vorstellung zurück. Diese Vorstellungen sollen nun hier nochmals besprochen werden, nicht um die in der ersten und zweiten Mittheilung gewonnenen, welche specielle Ausbildungen der älteren sind, aufzugeben, sondern um das Verhältniss beider Auffassungen und ihre beiderseitige Leistungsfähigkeit zu beleuchten.

2.

Diese älteren Vorstellungen, welche nicht so originell sind, als ich früher dachte, indem Purkyně schon mehrere derselben, wenn auch nicht ausdrücklich formulirt, so doch gestreift hat, lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen.

1. Hat irgend ein Körpertheil die Masse m und die Beschleunigung φ, welche letztere durch die Wirkung eines andern Körpertheiles von der Beschleunigung φ' relativ gegen diesen aufgehoben werden, oder in ψ umgewandelt werden soll, wobei alle Beschleunigungen in demselben Sinne positiv gezählt werden, so ist hiezu die Kraft $m\,(\varphi - \varphi')$ respective $m\,[\psi - (\varphi - \varphi')]$ erforderlich. Dies ist dem Principe nach längst bekannt und in der Note über suspendirte Körper durch passende Beispiele erläutert.

Die Kraft $m(\varphi - \varphi')$ oder $m[\psi - (\varphi - \varphi')]$ kann nun von einem lebenden Körper entweder als Druck empfunden werden, wenn die Beschleunigungsänderung von m durch die blosse Festigkeit geschieht, oder sie wird als Muskelanstrengung empfunden, wenn in der Ruhe oder in der Bewegung des ganzen Körpers m in einer bestimmten Lage erhalten oder demselben eine gewisse Bewegung ertheilt wird.

Bedeutet T das Trägheitsmoment eines Körpertheiles mit der Winkelbeschleunigung φ und wird diese durch einen andern Körpertheil von der Winkelbeschleunigung φ' relativ gegen

letzteren aufgehoben oder in ψ umgewandelt, so ist das hiezu erforderliche statische Moment $T(\varphi - \varphi')$ beziehungsweise $T[\psi - (\varphi - \varphi')]$, welches statische Drehungsmoment wieder als Druck oder Muskelanstrengung empfunden werden kann.

2. Selbstverständlich sind diese Anschauungen auf alle Körpertheile anwendbar, ob nun vom Rumpfe, von den Extremitäten, dem Kopfe oder dem Gehirn die Rede ist. Auf das Drehungsmoment, welches das Gehirn bei Drehungen erhält, hat schon Purkyně hingewiesen. Freilich sind seine Ausdrücke, sowie jene der Nachfolger nicht immer ganz deutlich. Ich weiss z. B. nicht, wie es zu verstehen ist, wenn Wundt (Physiologische Psychologie S. 211) sagt: „In Folge der Drehbewegung wird das Cerebellum durch die Centrifugalkraft einen Druck nach der Seite der Drehung erfahren" ....

3. Auch das Blut kann, wie in der obigen Exposition, als ein Theil des Körpers aufgefasst werden, der gegen das Ganze durch die Schwere oder durch eine andere Kraft eine veränderliche Beschleunigung erhält. In diesem Sinne habe ich von einem veränderlichen hydrostatischen Drucke des Blutes gesprochen. Letztere Vorstellung ist ebenfalls nicht ganz originell, indem schon Purkyně von einer Affection der Blutmasse durch die Centrifugalkraft spricht und sogar — vielleicht ein fruchtbarer Gedanke — an eine therapeutische Verwerthung dieses Factums denkt.

4. Endlich lässt sich die sub 1. gegebene Anschauung auch auf die Druckempfindung der Haut übertragen. Der Druck jeder Stütze oder Unterlage auf die Haut erfährt eine Aenderung, wenn die Relativbeschleunigung der Stütze und der Körperstelle eine Normalcomponente gegen die Berührungsfläche ergibt.

3.

Unter den berührten Punkten wollen wir nun auf die Hautempfindung nicht weiter eingehen. Selbstverständlich fühlt man das Weichen einer Stütze oder Unterlage und gelangt dadurch zur Kenntniss von Bewegungen. Auch sind alle in der ersten Mittheilung entwickelten Grundsätze auf die Hautempfindung anwendbar.

Dass Druck auf das Gehirn bei den gewöhnlich vorkommenden Progressiv- und Winkelbeschleunigungen eine Rolle spielt, ist mir, abgesehen von der Unbestimmtheit der Ableitungen, die man in dieser Richtung versucht hat, durch die Versuche unwahrscheinlich. Die Winkelbeschleunigung des Gehirns bleibt allerdings dieselbe, ob sich in meinem Apparate der Kopf in oder ausser der Rotationsaxe befindet. Allein der von der Centrifugal-Beschleunigung abhängige Druck ändert sich wesentlich, wenn man aus der Axe tritt. Mir ist aber hiebei, sowie bei andern Lagenänderungen des Kopfes, keine wesentliche Änderung der Erscheinungen aufgefallen. Gewisse mir wenigstens sehr unbestimmt erscheinende und schwer zu beschreibende Druckgefühle im Kopfe mögen sich aus der directen Affection des Gehirns ableiten lassen, schwerlich aber die eigenthümlichen Raumvorstellungen, die durch die Bewegung erregt werden.

Den Einfluss von Beschleunigungen auf die Blutmasse kennt Jedermann. In der erhobenen Hand leeren sich die Venen. Man kann sie aber ziemlich stark füllen, wenn man die ausgestreckte gehobene Hand oder den ganzen Körper bei ausgestrecktem Arm rasch um eine Verticalaxe schwingt. Da nun die Thätigkeit aller Organe wesentlich von der Blutzufuhr abhängt, so muss die Affection der Blutmasse durch Beschleunigungen, die Veränderung ihrer Vertheilung im Körper, mächtige secundäre Folgen haben. Diese Folgen müssen desto auffallender werden, je weniger der die Blutvertheilung regulirende Apparat schnell und kräftig genug wirken kann, um die Massenbeschleunigungen zu compensiren. Auf diese Erscheinungen kann jedoch nur der Physiologe eingehen.

4.

Die Druck- und Muskelempfindungen des Körpers haben eine rein physikalische Seite. Von diesen allein soll hier zunächst ausführlicher die Rede sein. Knüpfen wir an die in der zweiten Mittheilung S. 12 (Anmerkung) erwähnte Beobachtung an.

Beim Ausgiessen von Quecksilber aus einem Gefäss hat man die Empfindung der gewaltsamen Hebung derjenigen Hand, welche

das Gefäss hält. Man kann auch beim aufmerksamen Zusehen wahrnehmen, dass sich der Arm wirklich etwas hebt. Man empfindet die Verminderung der Muskelanstrengung, welche zur Erhaltung des Gefässes nöthig ist, und indem man dieselbe nicht ebenso rasch zu vermindern vermag, als es eben zur Erhaltung des Gefässes erfordert wird, hebt sich der Arm etwas. Jede solche Verminderung eines Widerstandes gegen einen Muskel scheint von dem activen Muskel als ein Weichen des Widerstandes und ein Fortbewegen in der dem Widerstand entgegengesetzten Richtung empfunden zu werden.

Ich habe mir zwei Blechgefässe, jedes für etwa vier Kilogramm Wasser mit bequemen Handhaben anfertigen lassen. Dieselben haben am Boden ein Ansatzrohr, über welches ein kurzes Kautschukrohr von 15mm Durchmesser im Lichten gezogen und durch einen Quetschhahn verschlossen wird. Mit diesem einfachen Apparat wurden folgende Versuche angestellt.

Versuch 1. Man fasst mit jeder Hand ein gefülltes Gefäss. Auf Commando werden beide Quetschhähne gleichzeitig geöffnet und das Wasser fliesst in untergestellte Behälter ab. Man verspürt hiebei namentlich gegen das Ende des Versuches, weil da in der Zeiteinheit der grösste Bruchtheil des noch vorhandenen Gewichtes abfliesst, eine deutliche Erhebung der Arme.

Versuch 2. Auf den Kopf wird eine innen gepolsterte Holzkappe aufgesetzt, jedoch so fest, dass man den Kopf nothwendig mitdrehen muss, wenn man die Kappe dreht. In der Nähe des rechten und linken Ohres befindet sich an der Kappe ein Haken. Am rechten Haken greift eine Schnur ein, welche horizontal nach vorne über eine Rolle geht und an der eines der beschriebenen Gefässe hängt. Eine zweite Schnur geht vom linken Haken horizontal nach hinten über eine zweite Rolle und trägt das zweite Gefäss. Beide Gefässe zusammen ertheilen dem Kopfe ein übrigens beliebig variables Drehungsmoment, welches durch die Muskel im Gleichgewicht gehalten wird. Lässt man nun das Wasser aus den Gefässen abfliessen, so fühlt man eine Drehung des Kopfes entgegen demjenigen Sinn, in welchem er durch die Gewichte gedreht würde. Bemerkenswerth ist, dass alle diese

Drehungen sehr stark empfunden, aber nur unmerklich ausgeführt werden.

Versuch 3. Man befestigt quer über den Rücken an beiden Schultern eine Holzleiste und lässt in der eben angegebenen Weise rechts das eine Gefäss nach vorn, links das andere nach hinten ziehen. Auch hier meint man sich beim Abfliessen des Wassers dem Widerstande entgegen zu drehen.

Versuch 4. An dem linken Ende derselben Leiste hängt das eine Gefäss direct und zieht nach unten, das andere befindet sich an einer Schnur, welche von dem rechten Ende der Leiste vertical nach oben über eine Rolle abgeht. Man meint beim Abfliessen des Wassers nach rechts umzusinken.

Versuch 5. An beiden Enden der Leiste rechts und links hängt eines der Gefässe. Beim Abfliessen meint man sich zu strecken und sich aus dem Boden zu erheben.

Bei keinem der fünf Versuche trat eine Erscheinung ein, die sich mit den eigenthümlichen Raumvorstellungen und optischen Phänomenen der beiden vorigen Mittheilungen in Vergleich bringen liesse.

5.

In den beschriebenen Versuchen herrscht nun die Eigenthümlichkeit vor, dass man die entstehenden Empfindungen nicht auf eine Bewegung des ganzen Körpers, sondern auf eine Änderung der relativen Stellung der eben afficirten Theile zu einander bezieht.

Bei den Versuchen 1 und 5 fühlt man Erhebung der Arme, Streckung des Körpers, Emporwachsen aus dem Boden. Hiebei geht nun eigentlich eine Verminderung des Körpergewichtes vor sich. Eine solche Verminderung des Körpergewichtes bedingt aber in den Versuchen der ersten und zweiten Mittheilung die Empfindung des Versinkens des Körpers.

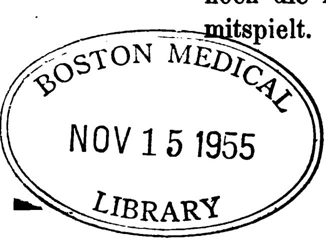
In Versuch 2 greift am Kopf ein Drehungsmoment an, welches denselben von oben gesehen verkehrt wie den Uhrzeiger zu drehen strebt. Diesem Drehungsmoment halten die Muskeln das Gleichgewicht. Wird das Drehungsmoment rasch vermindert, so meint man, der Kopf werde wie der Uhrzeiger gedreht; wird es rasch vermehrt, so empfindet man eine Kopfdrehung dem

Uhrzeiger entgegen. Gesetzt nun, der Rumpf würde eine Winkelbeschleunigung im Sinne des Uhrzeigers erhalten, so erhielte der Kopf gegen den Rumpf eine umgekehrte relative Winkelbeschleunigung, die Muskeln, welche dieses Drehungsmoment zu vernichten streben, den Kopf in seiner Lage zu halten suchen, aber auf dieses anwachsende Drehungsmoment nicht gefasst sind, würden nach den eben mitgetheilten Versuchen eine Kopfdrehung dem Uhrzeiger entgegen signalisiren. Nach den Versuchen der ersten und zweiten Mittheilung empfindet man aber eine Drehung des ganzen Körpers im Sinne des Uhrzeigers.

Obgleich also die in der Note von 1865 benützten Grundsätze gewiss richtig sind und die in der ersten und zweiten Mittheilung gemachten Anwendungen auch durch die Erfahrung bestätigt werden, so scheint die Anwendung derselben auf die Muskelgefühle zur Erklärung der Bewegungsempfindungen doch insofern nicht auszureichen, als wir in den Muskelgefühlen theils andere, theils auch den geforderten widersprechende Bewegungsanzeigen zu sehen gewohnt sind.

6.

Muskelempfindungen werden bei jeder veränderlichen Bewegung entstehen müssen, das wird nicht bestritten werden können. Sie werden wohl oft auch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Allein zur sicheren Erkenntniss der Locomotion scheint noch ein anderes Mittel gefordert. Teleologisch ist dies auch begreiflich. Die Muskelempfindungen haben zu berichten über den Erfolg mechanischer Arbeiten, auch solcher, welche mit der Locomotion nichts zu schaffen haben. Dieser Erfolg ist hauptsächlich bestimmt durch die Veränderungen in der Relativstellung der Körpertheile. Dies geforderte Organ, welches eben blos auf Locomotion reagirt und sonst keine mechanisehe Arbeit zu verrichten hat, wäre nach meiner Auffassung das Labyrinth. Ob sich die bei Bewegungen eintretenden optischen Erscheinungen nach den angegebenen Grundsätzen ableiten lassen, wenn man das Auge mit seinem Muskelapparat in Betracht zieht, können wohl nur besondere Versuche lehren. Immer blieben dann aber noch die Bewegungsgefühle übrig, bei welchen das Auge nicht mitspielt.



7.

Noch durch ein Beispiel will ich erläutern, wie verschiedene Ergebnisse man erhält, wenn man dieselben mechanischen Grundsätze auf verschiedene Körpertheile anwendet. Der Beobachter, der in dem (von oben gesehen) im Sinne des Uhrzeigers rotirenden Apparat sitzt, ist so zu sagen eine Fessel'sche Maschine und alle Erscheinungen derselben müssen an ihm auftreten, wenn gleich sie an verschiedenen Theilen in verschiedener Weise empfunden werden. Nickt er bejahend mit dem Kopfe, so wird hiebei dieser ganze Kopf etwas verdreht und zwar von hinten gesehen verkehrt wie der Uhrzeiger. Gleichzeitig wird der Kopf etwas nach links hinübergeworfen. Beide Bewegungen merkt man durch die Muskeln. Ausserdem meint aber der Beobachter, dass sich der ganze vor ihm befindliche Raum sammt ihm selbst im Sinne des Uhrzeigers dreht, also gerade entgegengesetzt, als er seinen Kopf gedreht fühlt.

IX. SITZUNG VOM 26. MÄRZ 1874.

Der Secretär liest einen durch das k. & k. Ministerium des Äussern übermittelten Bericht des kais. österr. Gesandten am kgl. italienischen Hofe, des Herrn Grafen v. Wimpffen ddo. 12. März 1874, dem zufolge, über Verwendung des Herrn Gesandten, seitens der kgl. italienischen Regierung bereits die nöthigen Weisungen sowohl an den Districts-Ingenieur als auch an den kgl. Präfecten in Ancona ergangen sind, den von der kais. Akademie mit der geologischen Durchforschung der Ostküste Italiens betrauten Herren Th. Fuchs und Alex. Bittner alle zur Erfüllung ihrer Aufgabe nöthigen Aufklärungen und Erleichterungen zu Theil werden zu lassen.

Herr Dr. J. Barrande übersendet den Vol. II. Texte, 3me partie, seines Werkes „Système silurien du centre de la Bohême", und stellt das Ansuchen um eine weitere Subvention zur Fortsetzung dieses Werkes.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Entwicklungsgeschichte der Vegetation der Erde", vom Herrn Prof. Dr. C. Freih. v. Ettingshausen in Graz.

„Über chlorfreie Derivate der Monochlorcitramalsäure", vom Herrn Th. Morawski, eingesendet durch Herrn Prof. Gottlieb in Graz.

„Über die Bahnbestimmung des Planeten (100) Hecate", vom Herrn Dr. J. E. Stark in Utrecht, eingesendet durch Herrn Regrth. Th. R. v. Oppolzer.

„Beobachtungen über Theilungsvorgänge an Nervenzellen", und „Casuistische Beiträge zur Morphologie der Nervenzellen", beide vom Herrn Dr. M. J. Dietl, Brunnenarzt in Marienbad.

„Über neue und ungenügend bekannte Vögel von Neu-Guinea und den Inseln der Geelvinksbai", vom Herrn Dr. A. B. Meyer.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang berichtet über seine Versuche zur Ermittelung der Abhängigkeit des Brechungsquotienten der Luft von der Temperatur.

Der Secretär von Schrötter spricht über die Umwandlung des gewöhnlichen Phosphors in amorphen durch die Einwirkung der Elektricität, und legt die von Dr. Geissler in Bonn angefertigten Glasapparate vor, in welchen diese Umwandlung geschah.

Herr Dr. H. Frombeck überreicht eine Abhandlung: „Über eine Erweiterung der Lehre von den Kugelfunctionen und die hierbei entspringenden Entwicklungsarten einer Function in unendlichen Reihen."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli: Atti. Vol. V. Napoli, 1873; 4°. — Rendiconto. Anno IX, X e XI. (1870, 1871, 1872.) Napoli; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Abhandlungen aus dem Jahre 1872. Berlin, 1873; 4°. — Monatsbericht. Januar 1874. Berlin; 8°. — *Corpus inscriptionum latinarum. Vol. VII. Berolini, 1873; in folio.*

Annales des mines. VIIe Série. Tome IV, 5me Livraison de 1873. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt.) 12. Jahrgang, Nr. 9. Wien, 1874; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1979 (Bd. 83. 11.) Kiel, 1874; 4°.

Barrande, Joachim, Système silurien du centre de la Bohême. Texte, 3me Partie. Prague & Paris, 1874; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 10. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, kgl., zu Göttingen: Abhandlungen. XVIII. Band. Vom Jahre 1873. Göttingen; 4°. — Gelehrte Anzeigen. 1873. Band I & II. Göttingen; 8°. — Nachrichten aus dem Jahre 1873. Göttingen; 8°. — Das Buch der Jubiläen oder die kleine Genesis etc. Herausgegeben von Hermann Rönsch. Leipzig, 1874; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 6, Wien, 1874; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1874; 4°.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1873/74. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 6. Graz, 1874; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1874, Nr. 3—4. Wien; 4°.

Meyer, Adolf Bernhard, Übersicht der von mir auf Neu-Guinea und den Inseln Jobi, Mysore und Mafoor im Jahre 1873 gesammelten Amphibien. Berlin, 1874; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 20. Band, 1874, III. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 229, Vol. IX. London, 1874; 4°.

Pulkowa, Nicolai-Hauptsternwarte: Jahresbericht für 1871—72 und 1872—73. St. Pétersburg, 1873; 8°. — Observations de Poulkawa, publiées par Otto Struve. Vol. IV et V. St. Pétersbourg, 1872 & 1873; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIV. Band, Jahrgang 1874. April-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année. 2me Série. Nr. 38. Paris, 1874; 4°.

Societas, Regia, Scientiarum Upsaliensis: Nova acta. Seriei tertiae Vol. VIII. fasc. II. Upsaliae, 1873; 4°. — Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal. Vol. IV, Nrs. 1—12; Vol. V, Nrs. 1—6. Upsal. 1872 & 1873; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 3me Série. Tome IIe. 1873. Nr. 1. Paris, 1873 à 1874; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1874; 4°.

Weitere Versuche betreffs der Behandlung des Diabetes mellitus.

Von Dr. **Kratschmer.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. März 1874.)

An einem 22jährigen, seit fünf Monaten mit schwerer Zuckerharnruhr behafteten Manne habe ich neuerdings Untersuchungen darüber angestellt, in wie weit einige gegen diese Krankheit von verschiedener Seite her als wirksam empfohlene Stoffe die Zuckerausscheidung und den Ernährungszustand zu beinflussen vermögen.

Die hiebei erhaltenen Zahlen der täglichen Harn- und Zuckerausscheidung, sowie des Körpergewichtes sind den einzelnen Versuchsreihen entsprechend in Abschnitte getheilt und diese selbst der Zeitfolge nach geordnet.

Vor und nach jeder Versuchsreihe mit einem Medicamente findet sich gewöhnlich ein Zeitabschnitt, in welchem der Beobachtete keinen therapeutischen Eingriff erlitt und welcher daher meist zum Zwecke der Vergleichung gesondert angeführt wird. Die jeweilige Nahrung ist unterhalb der aus jeder Reihe berechneten Mittelzahlen angemerkt.

Bezüglich dieser scheint hier eine kurze Anmerkung nicht überflüssig zu sein. Da jede Versuchsreihe mit dem Tage, an welchem ein Medicament zum ersten oder zum letzten Male dargereicht wurde, schliesst, können selbstverständlich die berechneten Mittelzahlen nicht der getreue Ausdruck der Vorgänge der betreffenden Reihe sein, indem einerseits die Wirkungen eines Medicamentes erst nach einiger Zeit und besonders in den letzten Tagen der Reihe deutlich hervortreten, anderseits vermöge der Nachwirkung gewisser Stoffe, namentlich des Morphium, Zahlen in die nächstfolgende Periode fallen, die eben deshalb dem früheren Zeitabschnitte zuzuzählen wären. Theils um diesem letztern Umstande zu begegnen, theils um auch die erwähnten Nachwirkungen

deutlicher zur Anschauung zu bringen, liess ich meist, wie schon oben bemerkt, den Kranken nach jeder Versuchsperiode, in welcher eines der zu prüfenden Medicamente gereicht wurde, durch einen kürzeren oder längeren Zeitraum ohne Medicament. Und so lassen sich auch in besserer Übersicht die Wirkungen der angewendeten Stoffe beurtheilen, wenn man nicht die Mittelzahlen der Versuchsreihen, in denen Medicamente zur Anwendung kamen, sondern jene der denselben vorangehenden und nachfolgenden Reihen vergleicht.

Für die ganze Beobachtungsdauer giltig und daher gleich hier anzuführen ist, dass der Kranke selbstverständlich unter meiner Aufsicht nur die verordnete Kost erhielt, dass ich ihm die Medicamente selbst zuwog und in entsprechender Vertheilung darreichte und dass er täglich zu derselben Stunde nach der Nachtruhe, nachdem zuvor Blase und wenn möglich auch Darm entleert worden, von mir gewogen wurde. Übrigens fügte sich derselbe bei zunehmender Besserung willenlos meinen Verordnungen. Die Zuckerausscheidung wurde wie früher[1] mittelst der Fehling'schen Lösung bestimmt.

Versuchsreihe I.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament	Anmerkung
4270	1036	263	45520	—	
4530	1030	317	44700	—	
4810	1030	351	43940	—	
4590	1030	312	45010	—	
6690	1029	412	44310	—	
6430	1029	412	43940	—	
7550	1031	511	44630	50 Mgr. Morph.	
Mittelzahl					
5553	1030	368	44578	—	

Tägliche Nahrung: 280 Gr. Fleisch, 455 Gr. Brot, 200 Gr. Mehlspeise, 350 CC. Milch, 1050 CC. Fleischbrühe, 150 CC. Wein, 1200 CC. Mandelmilch. Wasser unbeschränkt.

[1] Diese Berichte 66. Band, III. Abth. October-Heft 1872.

Die Zahlen dieser Reihe geben ein Bild des Zustandes, in dem sich der Kranke befand, als er von mir übernommen wurde.

Ich liess ihn absichtlich einige Tage bei derselben Nahrung, welche er bisher im Spitale genossen hatte, um mich über die Grösse seiner Ausscheidungen unter diesen Verhältnissen zu unterrichten und einen Vergleichungspunkt für weitere Versuche zu gewinnen.

Wie man sieht, ist die Zuckerausfuhr durch den Harn sehr bedeutend, das Körpergewicht sehr niedrig.

Versuchsreihe II.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament	Anmerkung
4250	1030	288	45190	Morph. 50 Mgr.	
5480	1035	359	45420	100 „	
5630	1029	369	45680	130 „	
5550	1029	346	45430	150 „	
3100	1030	191	46190	160 „	
4320	1029	251	44490	170 „	
3550	1031	239	44700	180 „	laues Bad
2720	1030	190	43630	190 „	flüssige Stühle
1550	1037	108	44030	200 „	viel Gasabgang
2360	1036	157	43750	210 „	durch Mund u. After
800	1037	34	43330	220 „	Erbrechen
450	1035	19	42800	—	Erbrechen
Mittelzahl					
3313	1032	213	44553	151 „	

Nahrung wie in Versuchsreihe I.

Der Kranke genoss dieselbe Nahrung wie in den früheren Tagen: zugleich wurde ihm durch den Verdauungscanal Morphium in steigender Gabe einverleibt.

Nach meinen durch frühere Untersuchungen über die Wirkung des Morphiums bei *Diabetes mellitus* gewonnenen Erfahrungen stellte sich nämlich die Frage: Kann Morphium in hochgradiger Zuckerharnruhr auch bei vorwaltend stärkemehlhaltiger Nahrung die Zuckerausscheidung durch den Harn beheben oder auf ein Minimum herabsetzen? und ist eventuell diese Verminderung in der Zuckerausfuhr für den Kranken von Vortheil oder nicht?

Nach den Ergebnissen dieser Versuchsperiode ist die erste Frage zubejahen; denn wir sehen namentlich gegen Schluss derselben den Zuckerverlust stetig und rasch sinken und im ersten Tage der Versuchsreihe III wurde durch den Harn keine Spur von Zucker abgesondert. Ich will damit sagen, dass der Harn dieses Tages die schwefelsaure Kupferoxydlösung ganz und gar unverändert liess. Ebenso entschieden muss jedoch die zweite Frage verneint werden; denn es stellten sich, als die täglichen Morphiumgaben grösser wurden, eine ganze Reihe übler Erscheinungen ein, mit deren Dauer und Zunahme der Ernährungszustand stetig sank. Sie sind alle aus der bekannten Wirkung des Morphiums auf den Darm, namentlich seine Peristaltik, erklärlich: Die Ingesta werden träge vorwärts geschoben, fallen abnormen Zersetzungen mit reichlicher Gasbildung anheim, wirken im weiteren Verlaufe reizend auf die Darmschleimhaut, so dass die anfänglich gehemmte oder geminderte Defaecation bald in das gerade Gegentheil umschlägt, während die hiedurch entstandenen Ausfälle in Folge der geminderten Esslust nicht gedeckt werden können.

Morphium leistet daher bei Diabeteskranken — ich meine immer die schwerere Art — die sich vorwaltend von Amylaceen nähren, nichts; in geringer Gabe setzt es den täglichen Zuckerverlust durch den Harn nicht oder nur unerheblich herab, in grösserer Menge gereicht, thut es wohl dieses, schafft aber die eben geschilderten Übelstände.

Versuchsreihe III.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament	Anmerkung
290	1016	—	42800	—	391 Mgr. Harnsäure
110	1028	27	43000	—	Üblichkeiten
2110	1021	55	44800	—	Wohlbefinden
6640	1022	309	44050	—	
2670	1029	153	44600	—	
2430	1029	141	44150	—	Nahrung wie in Versuchsreihe IV
Mittelzahl					
2375	1024	114	43900		

Nahrung wie in Versuchsreihe I und II.

Diese bietet ausser der relativ hohen Harnsäureausscheidung des ersten und auch der zunächst folgenden Tage nichts bemerkenswerthes. Sie lehnt sich wegen der bekannten Nachwirkung des Morphiums auf die Ausscheidungsgrössen an die vorhergehende an.

Versuchsreihe IV.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper Gewicht	Medicamente
1900	1023	91	42950	—
2210	1028	109	43450	—
1380	1029	72	43050	—
2360	1028	127	41080	—
2190	1023	115	43130	—
1800	1029	102	43880	—
3160	1028	158	43780	—
2830	1029	154	44580	0·5 Gr. Chin. sulf.
Mittelzahl				
2229	1027	116	43612	

Nahrung: 560 Gr. Fleisch, 4 Eier, 1050 CC. lautere Fleischbrühe, in der ein Kaffelöffel voll Fleischextract gelöst, 700 CC. rother Wein, 350 CC. Chokolade ohne Zucker.

Von diesem Zeitabschnitte an erhielt der Kranke strenge Fleischkost, wie sie seinem Bedürfnisse und seiner Wahl entsprach und daher für alle folgenden Versuchsreihen beibehalten wurde.

Diese Art der Ernährung ist unerlässlich, wenn man den Einfluss gewisser Stoffe auf die Zuckerausscheidung im diabetischen Harne erfahren will, besonders wenn die Versuchsreihen von kurzer Dauer sind u. z. deshalb, weil nur durch strenge Fleischnahrung die grossen Schwankungen in der täglichen Ausfuhr beim *Diabetes mellitus* vermieden werden können, welche sonst gewöhnlich das Untersuchungsresultat trüben.

Für die Prüfung auf die Beeinflussung des Ernährungszustandes durch gewisse Medicamente wären selbst unter dieser Vorbedingung kurze, nur über Tage sich erstreckende Versuchsperioden unzureichend, wenn man nicht zu der Annahme berechtigt wäre, dass Stoffe, welche beim *Diabetes mellitus* die

Zuckerausscheidung nicht zu vermindern vermögen, auch für den Ernährungszustand solcher Kranker ohne wesentlichen Belang sein dürften.

Die Schwankungen in den Ausscheidungen der ersten Tage dieser Reihe scheinen von der gänzlich geänderten Ernährungsweise bedingt zu sein. Nachdem sich dieselben abgeglichen hatten, wurde zunächst ein Versuch mit *Chinium sulfuricum* [1] angestellt, dessen Ergebnisse

Versuchsreihe V.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament
3310	1028	169	43580	Chin. sulf. 0·5 Grm.
2630	1025	128	44120	0·5 „
2880	1022	123	43330	1 „
3020	1023	147	44580	1 „
2630	1029	134	44430	1 „
4000	1022	214	44750	1 „
3390	1023	176	46130	1 „
2690	1029	156	45130	1 „
2520	1030	139	43530	1 „
3800	1029	228	42580	1 „
3220	1030	171	42080	1 „
3450	1030	210	42330	1·1 „
3490	1030	203	41780	—
Mittelzahl				
3156	1027	169	43719	0·85

Nahrung: Wie in der Versuchsreihe IV.

vorführt. Das Gesammtresultat dieses Abschnittes lässt sich in einigen Worten zusammenfassen: Die Harn- und Zuckerausscheidungen erscheinen sowohl gegen die vorhergehende als nachfolgende Periode etwas grösser, das Körpergewicht hat sich gegen das der früheren Reihe um ein sehr geringes erhöht und hinzuzufügen wäre noch, dass das Medicament nicht gut vertragen wurde. Man bemerkt auch in den hierauf folgenden Tagen der

[1] Es wurde hier versucht, da es nach Einigen den Stoffwechsel verlangsamen soll.

Versuchsreihe VI.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament
2560	1030	125	42370	—
2870	1028	164	42670	—
2420	1028	151	42380	—
3120	1030	177	42930	Morph. hydrochl. 17 Mill.
Mittelzahl				
2742	1029	154	42587	

Nahrung: Wie in der vorhergehenden Versuchsreihe.

eine Abnahme des Körpergewichtes.

Versuchsreihe VII.

Harn-Menge	Spec Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Morph. hydr. subcutan	Anmerkung
2080	1030	139	44030	17 Mgr.	
3480	1028	186	44380	34 „	
1970	1035	120	45780	51 „	
2910	1030	118	45880	51 „	
2600	1032	151	46130	51 „	
2330	1030	125	45180	68 „	
1190	1033	100	45980	17 „	
3060	1032	191	45780	51 „	
2550	1030	141	46980	51 „	
2440	1032	137	46880	51 „	
2650	1031	154	46700	51 „	
1910	1028	112	47280	51 „	
3410	1035	204	49280	34 „	
2260	1033	135	49450	51 „	
2370	1030	122	50000	51 „	
2300	1031	125	49860	51 „	
2410	1030	125	50430	51 „	
2090	1029	113	49630	68 „	
2170	1033	123	51030	102 „	
2000	1028	102	49750	102 „	
1570	1032	85	51180	99 „	
1610	1032	91	50450	99 „	Flüssige Darmentleerung
1640	1032	96	49680	66 „	Normaler Stuhl.
1880	1034	103	50630	66 „	
1380	1030	73	50880	66 „	
1360	1033	77	51430	99 „	

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Morph. hydr. subcutan	Anmerkung
1820	1031	91	51970	99 „	
1740	1034	97	51480	99 „	
1390	1032	73	52130	66 „	
1430	1036	84	51500	99 „	
1500	1035	90	51630	99 „	
1510	1033	81	52320	99 „	
1310	1233	70	51930	127 „	
1840	1034	112	52250	42 „	
1270	1032	70	51150	— „	Etwas Kopfweh u. Abgeschlagenheit.
			Mittelzahl		
2058	1032	115	49250	68	

Nahrung wie frühere Versuchsreihe.

Ein Versuch mit Morphium bei Fleischnahrung schien geboten, einmal schon aus Rücksicht für den Kranken, da die Fähigkeit dieses Medicamentes mit und nebst der Zuckerausscheidung auch einzelne lästige Symptome zu beschwichtigen und zu verringern, hinreichend festgestellt ist; andererseits, um zu erfahren, ob dasselbe nicht ebenso wie das vorher erprobte ohne wesentlichen Einfluss auf den Ernährungszustand dieses Kranken bleiben werde.

Wegen der bekannten sonstigen Vortheile der subcutanen vor einer andern Application wurde erstere um so lieber gewählt, als auch hierüber bis jetzt keine Erfahrungen vorlagen. Diese Behandlungsweise zeigte schon nach einigen Tagen einen sehr günstigen Erfolg; sie wurde deshalb über eine längere Reihe von Tagen ausgedehnt, um einen bloss vorübergehenden zufälligen Aufschwung im Ernährungszustande thunlichst auszuschliessen.

Der Kranke hat bei Vergleichung der Mittelzahlen in den 36 Tagen dieser Reihe bei derselben Nahrung nahezu 7 Kilo an Körpergewicht gewonnen; seine Ausscheidungen sind verhältnissmässig gering, und was besondere Beachtung verdient, in hohem Grade regelmässig geworden; ruhiger Schlaf bei Nacht, Theilnahme und Munterkeit bei Tage, Wohlbefinden und Arbeitslust sind weiters an Stelle der früheren Schlaflosigkeit, des düsteren Dahinbrütens und niederdrückenden Gefühles eines schweren unheilbaren Siechthums getreten. In noch günstigerem Lichte erscheint die hervorgehobene Besserung des Ernährungszustandes, wenn man anstatt der Mittelzahlen nur die Körpergewichte der letzten Tage in den aufeinanderfolgenden Versuchsreihen VI und VII vergleicht, oder aber, wie es auch der Nachwirkung des Morphiums wegen geschehen muss, die Mittelzahlen der Reihe VI und von

Versuchsreihe VIII.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-Gewicht	Medicament	Anmerkung
1900	1035	113	52000	—	Viel Gasabgang
1850	1036	134	52130	—	Durstgefühl
2370	1031	128	52150	—	
2600	1032	156	52430	—	
2830	1034	169	51670	Arsenik 6 Mgr.	
Mittelzahl					
2310	1033	140	52076		

Nahrung wie in Reihe VII.

neben einander stellt. Das Körpergewicht ist hiernach seit der Morphiumbehandlung um nahezu 10 Kilo gewachsen.

Versuchsreihe IX.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körpergewicht	Arsenik
2460	1030	120	51950	10 Mgr.
2730	1031	154	52480	10 „
2630	1029	142	51650	15 „
2700	1029	155	52730	15 „
3480	1034	222	51550	20 „
3300	1034	203	52650	15 „
3670	1030	206	52400	5 „
3000	1030	176	50770	10 „
3670	1034	253	52250	10 „
3370	1033	210	51700	10 „
3400	1032	197	51800	15 „
3570	1032	206	51950	— „
Mittelzahl				
3165	1031	187	51990	11

Nahrung wie frühere Versuchsreihe.

zeigt uns, dass Arsenik in Gaben, die man als therapeutisch wagen darf, die Zuckerausscheidung ebenso wenig als das Körpergewicht beim *Diabetes mellitus* günstig beeinflusst.

Das Medicament bewirkte in den angeführten Gaben keine üblen Zufälle.

Versuchsreihe X.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körpergewicht	Medicament
3470	1033	208	51130	—
3270	1034	213	52000	—
3370	1031	202	51600	—
2940	1033	167	51600	—
3140	1032	183	51200	—
2760	1028	138	51630	—
3430	1032	205	51500	—
3290	1031	187	50550	—
Mittelzahl				
3210	1032	188	51400	

Nahrung wie frühere Versuchsreihe.

st die zwischen den beiden Arsenikreihen inneliegende Pause.

Die Zahlen der Ausscheidung und des Körpergewichtes unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der vorhergehenden und nachfolgenden

Versuchsreihe XI.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Arsenik	Anmerkung
2990	1030	163	51200	5 Mgr.	
2820	1030	153	51450	10 "	
3050	1030	183	51650	10 "	Träge Darmentleerung seit Beginn dieser Reihe
3370	1032	184	51550	10 "	
2800	1032	179	52700	20 "	
3320	1030	215	51750	20 "	
3310	1028	165	52200	5 "	Intoxications-Symptome
Mittelzahl					
3094	1030	177	51785	11	

Nahrung wie früher.

Sie ist eine Wiederholung der Reihe IX, nur wurden hier höhere tägliche Gaben von Arsenik verabreicht, bis das Eintreten von Kratzen und Hitzegefühl im Schlunde, Kopf- und Bauchschmerzen, und endlich Erbrechen ein sofortiges Aussetzen dieses Mittels geboten. Die Resultate sind ebenso negativ, wie die der früheren Arsenikreihe.

Versuchsreihe XII.

Harn-Menge	Spec.-Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Medicament	Anmerkung
2630	1033	152	50500	—	
3370	1031	215	51170	—	Wohlbefinden
2780	1029	164	50200	—	
3360	1029	200	51050	51 Mgr.	Morph. subcut.
Mittelzahl					
3035	1030	183	50730		

Nahrung wie in der früheren Versuchsreihe bis auf die Mandelmilch, statt deren er von nun an Wasser trinkt.

Versuchsreihe XIII.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Morph. hydr. subcat.
3110	1030	180	53050	51 Mgr.
2600	1029	152	52800	51 „
2340	1030	149	52250	51 „
2650	1029	164	52150	51 „
2580	1029	166	51950	51 „
2620	1034	196	53350	51 „
3040	1030	202	52800	51 „
2810	1031	181	53050	51 „
2800	1031	222	53150	51 „
2970	1035	245	52850	51 „
2960	1036	198	53250	51 „
2920	1030	138	53250	51 „
2100	1033	143	53500	51 „
2160	1033	180	53200	51 „
2860	1029	235	53100	51 „
3740	1030	145	53100	51 „
2540	1030	169	52250	51 „
2600	1033	161	53050	51 „
2430	1032	181	53000	51 „
2480	1033	153	53600	51 „
2650	1034	174	53950	51 „
2750	1034	158	53920	51 „
2540	1031	152	53350	51 „
2700	1032	167	53770	51 „
2700	1033	187	54170	51 „
2980	1030	193	52650	51 „
2640	1033	174	54170	51 „
2640	1033	174	54470	51 „
2680	1031	164	54350	51 „
2880	1030	195	54770	51 „
1640	1032	102	54250	51 „
2600	1034	182	54250	51 „
2680	1035	192	54700	51 „
2460	1035	160	54370	51 „
2520	1030	156	54700	51 „
2520	1030	156	54200	51 „
2620	1034	179	54200	51 „
2770	1031	166	55200	51 „
2730	1031	163	54650	51 „
2650	1033	169	54950	51 „
3060	1028	183	54700	51 „
2370	1035	160	55480	51 „
2320	1034	162	54770	51 „
3370	1034	239	54920	51 „
2660	1033	186	54570	51 „
2570	1030	167	54320	51 „
3310	1030	202	54950	51 „
2620	1028	131	55600	51 „

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Morph. hydr. subcut.	Anmerkung
2620	1028	150	54300	51Mg.	
2280	1032	139	54870	51 „	
2340	1032	162	55150	51 „	
2510	1031	167	54550	51 „	
2040	1033	136	54850	51 „	
2650	1031	172	54950	51 „	
2170	1034	160	56170	51 „	
2430	1032	162	54950	51 „	
2700	1028	159	55100	51 „	
2310	1032	153	55600	51 „	
2350	1032	159	55500	51 „	
2300	1032	157	55350	51 „	
2600	1032	161	55000	51 „	
2520	1032	166	55850	51 „	
2340	1033	163	55800	51 „	
2320	1032	158	55650	51 „	
2530	1034	166	54850	51 „	
2650	1030	161	54470	51 „	
2130	1035	142	55720	51 „	
2400	1035	153	55550	51 „	
2080	1030	120	55650	6220 „	Milchsäure
			Mittelzahl		
2452	1032	168	54247	51	

Nahrung wie in Versuchsreihe XII.

Nachdem in einem früheren Abschnitte durch subcutane Morphiuminjectionen der Zustand des Kranken wesentlich gebessert und, wie gezeigt worden, sein Körpergewicht um nahezu 10 Kilo gestiegen war, welches durch die hierauf folgenden Arsenikreihen allmälig wieder zu sinken begann, sollte ein abermaliger Versuch mit Morphium erweisen, ob diesem Rückschritte Einhalt gethan und die dort gewonnenen günstigen Verhältnisse hiedurch erhalten werden können. Die tägliche Grösse der Injection entsprach dem Behagen des Kranken.

Auch dieser Versuch lieferte einen so befriedigenden Erfolg, dass hienach der günstige Einfluss dieses Medicamentes auf Diabeteskranke beinahe über jeden Zweifel erhoben wird, denn es kehrten nicht nur die bei der früheren Morphiumreihe angeführten Merkmale des Wohlbefindens in erhöhtem

Masse wieder, sondern das Körpergewicht erhielt einen weiteren Zuwachs von 2 Kilo. Harn- und Zuckerausscheidung aber hat gegen die frühere Morphiumreihe etwas zugenommen, was einerseits von der geringeren täglichen Morphiummenge, anderseits von der um ein Beträchtliches vermehrten Körpermasse bedingt sein könnte.

Versuchsreihe XIV.

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Milch-säure
2340	1030	140	55550	6220 Mg.
2580	1035	190	54370	6220 „
2160	1036	151	55400	12440 „
2590	1036	199	54850	12440 „
2470	1030	175	54970	12440 „
2800	1034	204	54850	12440 „
2610	1036	214	55300	12440 „
2350	1036	195	55300	12440 „
2810	1037	233	55050	12440 „
3310	1033	231	55000	12440 „
2890	1034	217	55200	12440 „
3020	1034	208	54600	12440 „
2650	1037	202	54600	8500 „
2850	1035	228	53750	—
Mittelzahl				
2674	1034	199	54913	10381

Nahrung wie in Versuchsreihe XIII.

In dieser Reihe wurde Milchsäure in der täglich angeführten Menge gegeben; dieselbe liefert in entsprechender Verdünnung mit Wasser und etwas Glycerinzusatz ein nicht unangenehmes Getränke. Ihre Anwendung blieb ohne Erfolg: die Zuckerausfuhr nahm gegen die der Vorreihe zu.

Betreffs des Körpergewichtes ist nochmals zu erinnern, dass Mittelzahlen einer vorhergegangenen Versuchsreihe, besonders wenn sich dieselbe über längere Zeit erstreckte, während welcher sich noch dazu bedeutende Veränderungen vollzogen, zur Vergleichung mit den Mittelzahlen der nachfolgenden Reihe unzulässig sind, dass vielmehr zur Beurtheilung des Erfolges nur die letzten Tage je zweier aufeinanderfolgenden Reihen verglichen werden dürfen.

Demnach ist das Körpergewicht in der Milchsäurereihe gefallen, die Harn- und Zuckerausfuhr hat sich vermehrt. In

Versuchsreihe XV

Harn-Menge	Spec. Gewicht	Zucker	Körper-gewicht	Electro-therapie
2770	1032	199	54850	
2610	1034	175	54900	
2940	1034	224	55150	
3070	1034	224	54550	
2830	1035	216	54450	
2420	1035	200	55150	
2810	1035	209	54700	
2930	1034	230	55150	
2910	1032	203	54650	
2460	1030	177	55050	
2560	1036	204	54350	
3050	1028	221	55150	
Mittelzahl				
2780	1033	207	54840	

Nahrung wie in der früheren Reihe.

wurde ein Versuch mit der Electricität gemacht und zwar wurde nach dem Rathe des Herrn Prof. Chvostek täglich die Lebergegend durch 2—3 Minuten mittelst inducirtem Strome gepinselt und nach dem Vorgange der Electrotherapeuten der Sympathicus mit constantem Strome von 13 Siemens-Halske'schen Elementen erregt.

Bei dieser Behandlungsweise wurde nach 12 Versuchstagen kein günstiger Erfolg erzielt; die Harn- und Zuckerausscheidung nahm zu.

Es ist hier noch im Zusammenhange zu bemerken, in welcher Absicht die einzelnen Versuchsreihen in der Reihenfolge angeordnet wurden, in welcher sie oben vorgeführt wurden.

Es sollte, abgesehen von den drei ersten Reihen, vom Beginne der Fleischkost an der Kranke zunächst einige Tage ohne Medicament bleiben, um zu erfahren, ob die günstigeren Ernährungsverhältnisse nicht an und für sich eine Besserung herbeiführen werden; hierauf sollte wieder durch einige Zeit

ein in seiner Wirkung auf diese Krankheit bisher ungekanntes Mittel versucht werden und hieran erst nach einer Zwischenpause ohne Medicament die Morphiumreihe sich anschliessen, von der man sich mit einiger Sicherheit einen Erfolg versprechen durfte. Der Grund der langen Dauer dieser Reihe wurde bereits oben angegeben. Die hierauf nach einer Zwischenpause folgenden Arsenikreihen sollten darthun, ob durch diesen Körper ein weiterer günstiger Erfolg sich erreichen, oder wenigstens das früher Erreichte bewahren liesse. Nachdem keines von beiden eintraf, sollte derselbe Versuch mit Morphium angestellt werden und hierauf die weiteren Versuche folgen.

Die aus den einzelnen Reihen selbst ersichtlichen und daselbst kurz angeführten Resultate mögen zum Schlusse dahin zusammengefasst werden:

Die Behandlung des *Diabetes mellitus* mit Chinin, arseniger Säure, Milchsäure und Electricität in der angegebenen Weise zeigte in diesem Falle weder auf Harn- und Zuckerausscheidung noch auf den Ernährungszustand einen günstigen Einfluss. — Morphium in Form subcutaner Injectionen hat sich nach diesen beiden Richtungen hin aufs beste bewährt.

Beobachtungen über Theilungsvorgänge an Nervenzellen.

Von **M. J. Dietl,**
Brunnenarzt zu Marienbad.

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem physiologischen Institute zu Innsbruck.)

Als ich vor längerer Zeit das Ganglion Gasseri des Frosches untersuchte, fand ich auf Längsschnitten wie auf Querschnitten der Quintuswurzel, dass sich in ihr Nervenfaserbündel finden, die ausschliesslich sehr breite (8·5 Mkm.) und andere, die ausschliesslich schmale (3·2—4·2 Mkm.) dunkelrandige Fasern führen. Ganz ähnliche Beobachtungen wurden auch von Bidder[1] am Brusttheile des Terminalstranges vom Sympathicus der Katze gemacht, und wie er aus dem Umstande, dass bei den schmalen Fasern die Doppelconturen weniger scharf und dunkel hervortraten, folgerte, das Nervenmark sei in ihnen auch weniger stark entwickelt, so muss ich zu demselben Schlusse kommen, wenn ich finde, dass Osmiumsäure sie nicht so intensiv schwarz färbt, wie die breiten. Indem ich einen solchen Befund eben an der Trigeminuswurzel constatiren konnte, glaubte ich der Erwartung Raum geben zu dürfen, durch genaueres Studium möglicherweise auf verwendbare Ergebnisse zu kommen, wobei denn auch eine Idee Virchow's, die er in seiner Cellularpathologie ausspricht, nicht wenig aneifernd ist; derselbe sagt[2]:

„Es ist also vorläufig ein sicherer Schluss über die etwaige Verschiedenheit der Functionen aus dem blossen Bau noch nicht zu ziehen, obwohl kaum bezweifelt werden kann, dass solche Verschiedenheiten vorhanden sein müssen und dass eine breite

---

[1] Archiv für Anatomie u. Physiol. von Reichert u. Du Bois-Reymond. 1869. Die nervi splanchnici und das ganglion coeliacum. pag. 476.

[2] l. c. 4. Aufl. pag. 280.

Faser an sich andere Fähigkeiten, seien es auch nur quantitativ verschiedene, darbieten muss, als feine, eine markhaltige andere als eine marklose."

Ich suchte nun, da es mir während des Winters wieder für einige Zeit möglich war, histologischen Studien zu obliegen, die Lösung der angedeuteten Frage anzustreben; bald aber wurde meine Aufmerksamkeit abgelenkt auf einige Eigenthümlichkeiten an den Nervenzellen des Ganglion Gasseri, die ich mir beim ersten Anblick nicht anders zu deuten wusste, als dass sie einem Theilungsvorgange ihre Entstehung verdanken. Ueber diesen Punkt ist bekanntermassen eine Einigung noch nicht erzielt. Theilungsvorgänge an fertigen Nervenzellen wurden, wie aus den neuesten einschlägigen Arbeiten hervorgeht, bis jetzt mehr angenommen und aus einzelnen Befunden gefolgert, aber erst in der jüngsten Zeit wurden eben diese Folgerungen von mehreren Seiten als nicht stichhältig zurückgewiesen und das Phänomen der Theilung direct in Abrede gestellt. Da auch S. Mayer in seiner letzten Arbeit: „Beobachtungen und Reflexionen über den Bau und die Verrichtungen des sympathischen Nervensystems"[1] diese Frage ventilirt, so glaube ich an dieselbe anknüpfen zu dürfen, obzwar sie sich eigentlich im Ganzen nicht auf dem gleichen Terrain bewegt.

Die Beobachtungen, die Mayer machte, und noch mehr die Reflexionen, die er darüber anstellt, sind jedenfalls so originellen Inhalts, dass sie nicht unterlassen werden, alsbald die rege Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf sich und auf den Gegenstand überhaupt zu lenken. Wir wollen das Wesentlichste davon in gedrängtester Uebersicht recapituliren. Mayer nimmt die peripheren Nervenzellen im Sympathicus als angehäuftes Reservematerial für den Nachwuchs leistungsunfähig gewordener Nervenfasern. Die Ganglienzellen verwenden zu ihrer Entstehung und Entwicklung als Rohmaterial die aus dem Gefässsysteme stammenden geformten Bestandtheile des Blutes und zwar vornehmlich die rothen Blutkörperchen. Diese Hypothese, denn als solche wird die Angabe vorläufig vorgeführt, stützt sich auf folgende Befunde. Man trifft im Bereiche des Sympathicus Ge-

[1] Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch. 66. Bd. 1872.

bilde, mit vielen Kernen reich durchsetzt, besonders in der Nähe der Blutgefässe; die Grundsubstanz der ersteren ist, ähnlich den rothen Blutkörperchen, diffus pigmentirt, die Kerne entsprechen in Bezug auf Grösse den Blutzellen des untersuchten Thieres und die mikrochemische Reaction trifft beide in gleicher Weise. Die Grundsubstanz dieser Kernnester nun zerklüftet sich in der Folge um die Kerne und es bilden sich Protoplasmaportionen, die immer mehr die Form von Ganglienzellen annehmen. Von denselben ist eine Reihe (die jüngere Generation) apolar, später wächst je ein Fortsatz aus, der eventuell mit dem einer anderen Zelle zusammentrifft, um so das Substrat für eine künftige Nervenfaser abzugeben.

Da ich in meinen Präparaten von dem Ganglion Gasseri des Frosches auf Bilder traf, welche mir manchen von jenen, die Mayer im Sympathicus gefunden, zu entsprechen schienen, so untersuchte ich auch cursorisch den Grenzstrang trotz des etwas zurückschreckenden Postulats, dass zum Uebersehen dieser Verhältnisse unentwendbare Geduld, Ausdauer, glücklicher Zufall und reiche Erfahrung eine conditio sine qua non sei. Wir waren bereits nach der einfachen Präparation etlicher Ganglien in der Lage, das Wesentliche der Beobachtungen von Mayer in jeder Hinsicht bestätigen zu können. Wir sahen die Kernnester, die Zerklüftungsformen, die angeblich neu entstandenen, aus sehr feinkörnigem Protoplasma bestehenden Zellen, welche noch keinen ausgebildeten Hauptkern hatten, dafür aber besonders in dem stumpfen Fortsatze mehrere accessorische Kerne bargen endlich andere Zellen mit Fortsatz, Hauptkern und accessorischen Kernen. Wir bekennen jedoch, dass wir unsere Beobachtungen noch für zu unzureichend erachten, als dass wir uns sofort auch den Reflexionen anschliessen dürften. Wie bemerkt, gelten die Angaben Mayer's in erster Instanz für den Sympathicus, wie aber aus Mehrerem hervorgeht, sollten dieselben mutatis mutandis auch auf die anderweitigen Ganglien ihre Anwendung finden. Was uns in dieser Richtung interessirt, ist eben die neue Entwicklung einzelner Zellen im erwachsenen Thiere.

Mayer urgirt, dass dieselben durch Zerklüftung von Protoplasma entstehen, welches sich um präexistente Kerne ablagert,

er läugnet auf Grund seiner Beobachtungen die Vermehrung von Zellen auf dem Wege der Theilung bereits fertiger Mutterzellen. Durch das letztere steht Mayer im Widerspruche mit anderen Forschern, indem vornehmlich Kölliker und Beale die Theilung fertiger Zellen annehmen, wie auch Henle in demselben Sinne sich ausspricht. Der erstere allerdings geht über diesen Gegenstand nur mit kurzen Worten hinweg, indem er schreibt [1]: „Manche Zellen scheinen auch später durch Theilung sich zu vermehren, wenigstens weiss ich das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere, besonders in denen der Ganglien und von vielen Beobachtern gesehene, durch kurze Verbindungsstränge zusammenhängende Zellen nicht anders zu deuten." Dem gegenüber erklärt allerdings Schwalbe [2], dass, ausser bei einigen Thieren (Kaninchen und Meerschweinchen), das Auftreten von zwei Kernen überhaupt, selbst bei Embryonen, ein seltenes Vorkommniss sei. Es wäre also noch etwas verfrüht, Theilungen der Ganglienzellen wegen des öfteren Vorkommens zweier Kerne anzunehmen, zumal die Verhältnisse beim Kaninchen auf einen wesentlich anderen Entwicklungsmodus hinweisen; bei diesen Thieren finden sich nämlich im Jugendzustande ein- und zweikernige Ganglienzellen, im Alter haben alle Nervenzellen des Sympathicus zwei Kerne, ausgenommen eine in geringer Anzahl vorkommende bipolare Form, welche in Remak'sche Fasern übergehen. Dagegen tritt wieder Beale [3] entschieden für Theilung der Nervenzellen im erwachsenen Thiere ein, indem er dieselbe als einen der drei Modus von Neubildungen der Ganglienzellen aufstellt. Beale habe jedoch, so erklärt Mayer, keine Beobachtung angeführt, welche die Wahrscheinlichkeit einer Neubildung von Nervenzellen durch Theilung alter Zellen darthun würde. Zu diesem Behufe müsse man

---

[1] Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. pag. 332.

[2] Archiv f. mikrosk. Anatomie. 4. Bd. 1868. pag. 61.

[3] Mayer l. c. p. 129 und im Originale. Lionel S. Beale: On the structure and formation of the So-called Apolar, Unipolar and Bipolar Nerve-cells of the Frog — Philosophical Transactions of the royal Society of London. Vol. 153. Part. II. p. 548 u. 549. Wie aus dem Vergleiche mit der Originalabhandlung Beale's hervorgeht, ist eben das Wesentliche in dieser Richtung von Mayer mehreren Orts recapitulirt.

Bilder sehen, bei denen alle Stadien eines solchen Theilungsprocesses erkannt werden könnten. Man wäre sogar berechtigt, die Hoffnung zu hegen, auf derartige Befunde gar nicht selten zu stossen in Hinblick auf die oft ungemein grosse Anzahl sehr kleiner Zellen, die unserer Annahme nach als junge und einem Theilungsprocesse alter Zellen entsprungen zu betrachten wären. Nun finde man aber weder an diesen sehr kleinen Zellen irgend welche Spur, die auf ihre Entstehung durch Theilung anderer Zellen hinweisen würden, noch treffe man in ihrer Nähe auf Bildungen, an denen man irgend etwas, wie von einer Tendenz sich zu theilen, wahrnehmen könnte. Beale stützt eben seine Behauptung nur auf das Vorkommen von Gruppen von Zellen, die gewöhnlich von kleinen Dimensionen und von einer gemeinschaftlichen Hülle umgeben sind. Auch habe sich Lockhart Clarke bei der Untersuchung der Spinalganglien von dem angeführten Modus der Vermehrung der Zellen nicht überzeugen können. [1]

Nach alledem ist also eine Theilung fertiger Nervenzellen im erwachsenen Thiere nicht nur nicht mit Sicherheit erwiesen, sondern wird im Gegentheile als sehr unwahrscheinlich dargestellt.

Dem gegenüber verweise ich auf eine Reihe von Bildern (Fig. 1 bis 25), die ich auf Durchschnitten des in Über-

---

[1] Ich kann hier nicht unterlassen, zweier Arbeiten zu gedenken, welche ebenfalls „über Theilungsvorgänge an Nervenzellen“ handeln. So beobachtete nämlich Fleischl dieses Phänomen an einem Gliom. (Jahresberichte über die Fortschritte der Anat. u. Physiol. I. Bd. Jahr 1872. Das Originale in den Wiener mediz. Jahrbüchern 1872 habe ich nicht gesehen.)

Ferner berichtet Robinson „über die entzündlichen Veränderungen der Ganglienzellen im Sympathicus (Wiener mediz. Jahrb. 1873, 4. Heft, pag. 438) und gibt an, dass dieselben sich in Folge des Entzündungszustandes entweder nur theilweise oder in ihrer Totalität furchen und zerklüften. Es ist jedoch, wie ein Blick auf die Abbildungen vermuthen lässt, nicht ganz unmöglich, dass Robinson nichts anderes vor sich hatte, als die obbeschriebenen Kernnester, oder Zellen mit reichlichen Polarkernen, wie sie sich auch an ganz intacten Thieren finden und für die Aorta einen sehr guten Fundort abgibt. Da diese beiden Arbeiten pathologische Zustände supponiren, so glaube ich für unseren Vorwurf mit der Erwähnung zu genügen.

osmiumsäure[1] gelegenen Ganglion Gasseri des Frosches erhielt[2].

Wie bemerkt, dachte ich beim Anblick solcher Formen sofort an Theilung alter Zellen; nach den Ausführungen Mayer's fordert aber die Sache genauere Überlegung. In dieser Hinsicht möchte ich nun folgendes bemerken. Wohl stösst man hie und da auch im Gasser'schen Knoten auf Gebilde, welche sich mit den für den Sympathicus beschriebenen Kernnestern vergleichen liessen, nämlich auf Congregationen von Kernen, die in Aussehen und Grösse den accessorischen Kernen (Polarkernen, Courvoisier) entsprechen, wie sie sich auch hier in den Ganglienzellen finden und welche in der Genesis der Nervenkörper des Sympathicus eine Rolle zu spielen berufen sein sollen. Nie aber entdeckte ich im Gasser'schen Ganglion Nester, wie man sie so ausgesprochen im Gebiete des sympathischen Systems trifft, und die eben der Marksubstanz der Nebennieren äquivalent gesetzt wurden. Die Auskunft darüber wird um so leichter, als die letzterwähnten Gebilde ebenfalls gegen Osmium ein charakteristisches Benehmen zeigen, dessen von Mayer nur oberflächlich Erwähnung gethan wird. Auf Durchschnitten der Grenz-

---

[1] Es muss hier auf den Einwurf Rücksicht genommen werden, dass die vorliegenden Formen ihre Entstehung der Einwirkung dieses Reagens verdanken. Darauf ist zu erwidern, dass just die Überosmiumsäure zweckmässig (d. i. in hinreichender Verdünnung) angewendet, sich auch gegen die delicatesten Gewebe höchst manierlich benimmt und ihr Gebrauch Ergebnisse liefert, die der Untersuchung frischer Gewebe am allernächsten stehen; ich erinnere an die fibilläre Structur in dem Protoplasma vieler Ganglienzellen, welche nur an frischen und an Osmiumpräparaten in gleicher Schönheit beobachtet werden kann. Ein nicht zu unterschätzender Beleg für die so wenig eingreifende Wirkung der Überosmiumsäure ist die Thatsache, dass das Protoplasma gewöhnlich seinen natürlichen Raum, die bindegewebige Kapsel, zur Gänze ausfüllt, oder sich nur in sehr geringem Masse contrahirt, wie die Bilder erweisen.

Welche Verhältnisse auf Rechnung der Präparationsmethode, der Anfertigung von feinen Durchschnitten zu setzen seien, erkennt man nicht schwer, zieht aber auch den grossen Vortheil aus ihr, dass man sofort weitaus mehr Einzelnheiten überblicken kann, als es beim Zerzupfen möglich ist. Ich bette die gehärteten Objecte in Wachs, schneide sie mit Alkohol, um sie in Glycerin zu studiren.

[2] Die untersuchten Thiere waren sämmtlich Winterfrösche.

strangknoten geben sie ihre Anwesenheit alsbald durch einen gesättigten braunen Ton der Grundsubstanz zu erkennen, während die Kerne hell bleiben (Fig. 26). Dadurch heben sie sich aus den benachbarten Ganglienzellen deutlich hervor.

Ob nun jene besagten Kerne im Gasser'schen Ganglion irgend eine bestimmte Beziehung zur Entwicklung der Nervenzellen haben, muss ich vollständig unentschieden lassen, dagegen aber bemerken, dass mir alle Individuen, an welchen ich jene beigegebenen Zeichnungen wahrnahm, die ich eben auf einen hier vor sich gehenden Theilungs- oder Furchungsprocess beziehen zu müssen glaubte, entschieden den Eindruck fertiger Zellen machten. Ich habe getrachtet, die gesehenen Bilder möglichst naturgetreu zu copiren und darf mir vielleicht in Hinsicht darauf eine ermüdende detaillirte Beschreibung der einzelnen Formen erlassen; ich wollte eben lieber dem Leser die Möglichkeit bieten, sich über diese Befunde seine eigene Anschauung zu bilden. Nur auf einige Verhältnisse möchte ich hinweisen, die aus dem Angeführten nicht sofort entnommen werden können.

Die meisten der gezeichneten Nervenzellen erscheinen ohne Fortsatz; in vielen Fällen liegt der Grund gewiss in der Präparationsmethode, da voraussichtlich die Durchschnitte starrer Objecte oft genug nicht parallel geführt sind mit der Flucht des Fortsatzes von der Zelle. Nichtsdestoweniger bin ich überzeugt, dass es auch im Bereiche des Gasser'schen Knotens in der That apolare Nervenzellen gibt.

In manchen Theilproducten und auch in manchen anderen Zellen gelang es mir nicht, einen Kern zu sehen. Ob er nun in der That nicht vorhanden war (was ich am ehesten annehmen möchte), oder ob er sich durch irgend einen Einfluss der Beobachtung entzog, kann ich vorläufig nicht sicher entscheiden, gewiss aber fand ich ihn oft nur ganz verschwommen in der Zellsubstanz auftauchend, in welchem Falle dann meist auch ein Kernkörperchen nicht deutlich zu sehen war.

Die Zellen sind von höchst variabler Grösse, manchmal ist um den Kern nur ein schmaler Protoplasmasaum vorhanden, ähnlich wie bei Fig. 17, 25. Zwei Kerne in einer Zelle ohne Furchungstendenz traf ich öfter, manchmal auch noch mehr; in dem Exemplare, welches in Fig. 27 gezeichnet ist, war ausser

den drei Kernen bei tieferer Einstellung sogar noch ein vierter sichtbar; noch häufiger begegnete ich zweien Kernkörperchen.

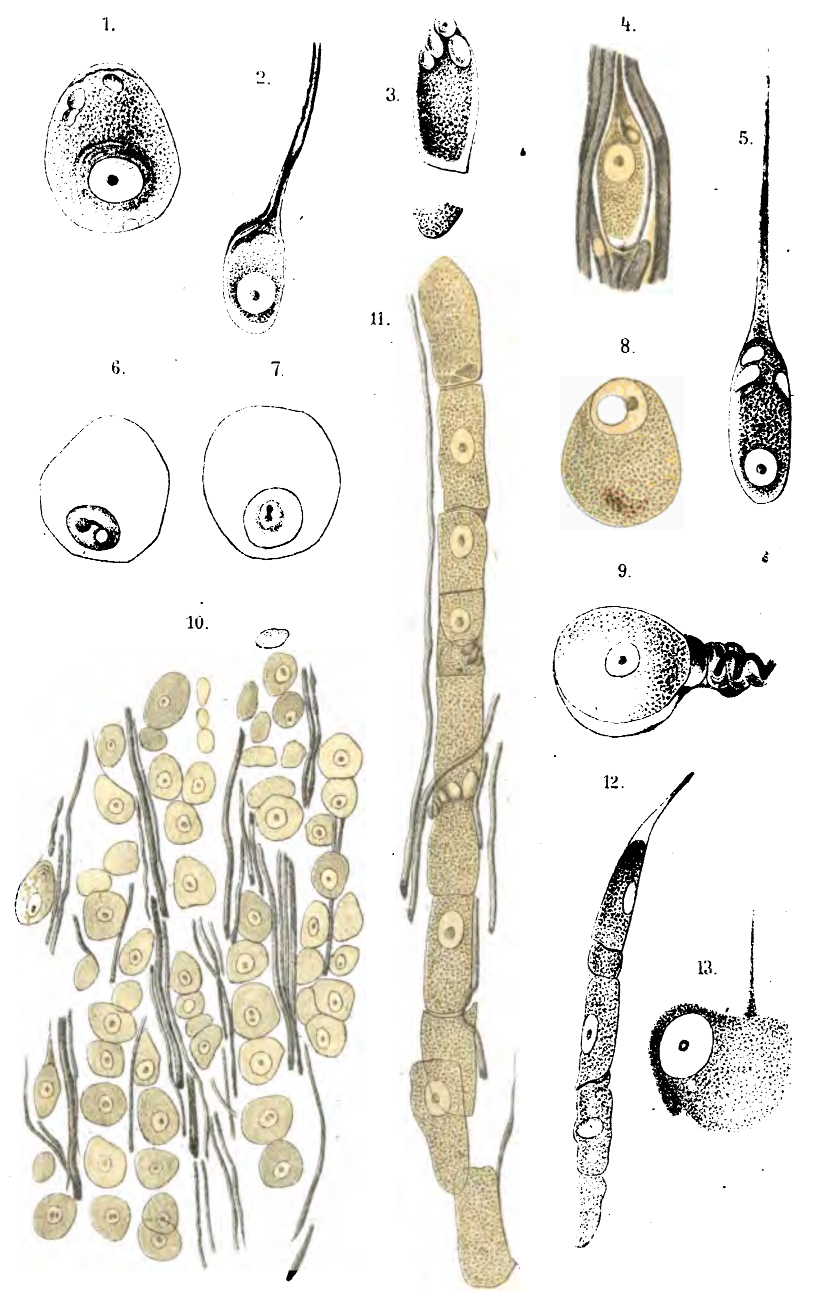
Diese Furchungserscheinungen traf ich nicht bei allen Fröschen, bei einzelnen Individuen suchte ich vergebens, bei anderen waren sie zahlreich vorhanden und traten dann gewöhnlich in Gesellschaft an einer oder der anderen Stelle auf. Ueber andere Ganglien und andere Thiere habe ich vorläufig keine Erfahrung, doch dürfte ein Bild, wie Fig. 20, das eine unvollständige Nervenzelle aus einer gangliösen Anschwellung des Vagus vom Kaninchen vorstellt, die Annahme zulassen, dass ähnliche Befunde auch anderwärts als am Gasser'schen Ganglion des Frosches zu entdecken seien.

Schliesslich will ich noch, ohne mich irgendwie auf Vermuthungen einzulassen, bemerken, dass mir unter den Zeichnungen, welche in der Literatur, soweit ich sie zur Hand habe. vorgelegt werden, auch solche auffielen, die eine Beziehung zu den hier gebotenen Formen zulassen. Ich verweise auf eine Abbildung im Stricker'schen Handbuche von Mayer, p. 812, wo eine zweikernige Zelle (aus dem Sympathicus des Kaninchens) durch einen Strich getheilt erscheint, während der Text darüber sich nicht ausspricht. Ferner auf zwei Abbildungen von Courvoisier in Max Schultze's Archiv 1868, Tab. X, Fig. 3 und 8.

Die erstere soll das Vordringen des Axencylinders zum Kerne veranschaulichen; doch sagt Courvoisier selbst, dass möglicherweise durch „eine Einstülpung des Protoplasmas“ etwas dergleichen vorgetäuscht werde. Die zweite stellt zwei Zellen in einer Hülle vor, die eine mit, die andere ohne Fortsatz; letztere, von Courvoisier „Beizelle“ genannt, sei entweder ein verkümmertes oder nicht entwickeltes Gebilde — oder aber functionsunfähig und dem Tode geweiht (a matter, that has lived, Beale).



Dietl. Casuistische Beiträge etc.



Lith. v. Ed. Heitzmann. gez. — Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1—25. Nervenzellen aus dem Ganglion Gasseri des Frosches in verschiedenen Zerklüftungsstadien; aus Durchschnittspräparaten des in Überosmiumsäure gehärteten Objectes. Fig. 1, 6, 8, 9, 10 mit **Hart Syst.** 9, Oc. 3. **Die übrigen Syst.** 8, Oc. 3.

Fig. 26. Kernnester aus dem Grenzstrang des Frosches, aus Osmium-Durchschnittspräparaten. Syst. 8, Oc. 3.

Fig. 27. Mehrkernige Zelle aus dem Ganglion Gasseri des Frosches (Osmiumpräparat). **Syst.** 8, Oc. 3.

Fig. 28. Unvollständige, in Zerklüftung begriffene Ganglienzelle aus dem Vagus des Kaninchens, Osmiumpräparat. Syst. 9, Oc. 3.

Casuistische Beiträge zur Morphologie der Nervenzellen.

Von **M. J. Dietl,**
Brunnenarzt in Marienbad.

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem physiologischen Institute zu Innsbruck.)

Im Verlaufe der Untersuchungen, die ich im Interesse der Beobachtungen von Theilungsvorgängen an Ganglienzellen anstellte, traf ich auf mancherlei Vorkommnisse, welche ich als casuistische Ergebnisse mittheile, weil sie theils und zumeist aus innern, sowie aus äusseren Gründen ein systematisches Studium nicht zuliessen, theils aber zur Bestätigung oder Richtigstellung bekannter Angaben beizutragen geeignet erscheinen.

Ich hatte öfter Gelegenheit, die fibrilläre Structur im Protoplasma der Nervenzellen sehr deutlich zu beobachten (Fig. 1); sie ist concentrisch angeordnet [1], meist um den Kern, manchmal um einen imaginären Mittelpunkt. Desgleichen fand ich den Axencylinder aus der markhaltigen Faser vermittelst einer divergirend fein fibrillären Substanz in das Nervenzellen-Protoplasma übergehen [2] (Fig. 2). Ich stimme mit Schwalbe vollständig überein bezüglich des Verhaltens des Nervenmarks an der abtretenden Faser (l. c. pag. 68). Die Marksubstanz hört plötzlich und scharf auf, doch reicht sie nicht nothwendigerweise bis unmittelbar an die Ganglienzelle; ich glaube nicht, dass der Befund, den Schwalbe in Fig. 6 abbildet, wo das Mark in einiger Entfernung von der Zelle beginnt, auf Rechnung der Präparation zu setzen sei; ich finde das Verhältniss noch viel auffallender an den Durchschnitten von gehärteten Osmiumpräparaten, wo an eine etwaige Zerrung oder überhaupt an ein Zurückziehen nicht

[1] Schwalbe, Arch. f. mikr. Anat. 1868. pag. 60.
[2] l. c. pag. 67.

zu denken ist (Fig 2, sowie Fig. 10 in der vorhergehenden Abhandlung über Theilung der Nervenzellen). An den oblongen Zellen, wie sie zwischen den Fasern der Quintuswurzel in der Nähe des Ganglions liegen und deren Form in Fig. 3, 4, 5 wiedergegeben ist, verfolgte ich manchmal den Protoplasmafortsatz eine lange Strecke, ohne dass ich ihn hätte Mark aufnehmen sehen (Fig. 5).

Einen besonders interessanten Fund bietet der in Fig. 6 abgebildete. Bidder hat bekanntlich ein Vorkommniss beschrieben [1], bei dem sowohl zwei Kerne einer Zelle, wie deren Kernkörperchen durch einen Commissurfaden zusammenhingen, so dass diese Gebilde sich in einer langgestreckten Bisquitform präsentirten, wie in Fig. X seiner Tafel abgebildet ist.

S. Mayer hat diese Beobachtung bestätigt [2]; ich traf eine Zelle, welche mit überraschender Deutlichkeit in einem runden Kerne zwei Kernkörperchen enthielt, die durch einen soliden Faden zusammenhingen, an dem sich sehr klar beide Conturen aussprachen. Dieser Kernkörperchen-Communicationsfaden entsprach in seinem Verlaufe nicht den Centren der Nucleoli, und veranlasste so ein Bild, für das ich keinen besseren Vergleich als den mit einer Brille älterer Façon (Nasenzwicker) habe. In vollkommener Uebereinstimmung damit glaube ich ein bisquitförmiges Kernkörperchen bringen zu dürfen (Fig. 7), welches sein Entstehen aus einem Gebilde durch die geringe Grösse der Hälften beurkundete. Um dasselbe zeigte sich ein lichter Hof.

Schwalbe macht in seiner Abhandlung [3] über die peripherischen Nervenzellen auf ein Phänomen aufmerksam, das er bei den Spiralganglienzellen eines Maulwurfs im Zellenprotoplasma traf und als Vacuolen ansprach; er gibt die Möglichkeit zu, dass es sich daselbst um eine Leichenerscheinung

[1] Archiv f. Anat. u. Physiol. 1869. S. 494.

[2] Stricker's Handbuch, das sympath. Nervensystem.

[3] Archiv für mikr. Anat. 1868.

gehandelt habe. Solche Vacuolen traf ich an Nervenzellen verschiedener Art öfter und zwar an Präparaten, die sofort nach dem Tode des Thieres in die Osmiumsäure gelegt worden waren, wodurch obige Befürchtung wegfällt. — Auch in dem Nucleolus wurden Gebilde beobachtet, die als Vacuolen aufgefasst, den gewagten Namen Nucleulus erhielten. Ich fand nun unter den Nervenzellen des Gasser'schen Ganglions eine solche, die in ihrem Kerne ausser dem Kernkörperchen noch eine schöne Vacuole beherbergte (Fig. 8).

Fig. 9 stellt eine Nervenzelle aus dem Ganglion Gasseri des Kaninchens dar. Sie ist von einer Kapsel umgeben, welche sich als dichte Scheide auf die abgehende markhaltige Faser fortsetzt. Die letzte selbst ist auffallend spiralig gewunden; das Mark hört, wie bekannt, plötzlich auf und die dichte Bindegewebsscheide, die auch mit an den Windungen participirt, verhindert das Erkennen des Uebergangs vom Axencylinder in das Protoplasma.

Die Anordnung der Zellen, die Juxtaposition und die daraus erfliessenden Formen gestalten sich in den Nervenknoten manchmal höchst merkwürdig. Der Zufall liess mich eine gangliöse Anschwellung am Halstheil des Vagus vom Kaninchen untersuchen, wie sie sich in der Höhe und der Nähe des oberen sympathischen Halsganglions findet. Während nun im Innern des Vagusganglions die Nervenzellen rund sind und sie in rosenkranzförmiger Anordnung (Fig. 10) zwischen den markhaltigen Nervenfasern liegen, findet man an der Peripherie und an den Spitzen der Ganglienspindel mehr polygonale oder oblonge Formen. Letzteren Ortes fand ich ein Arrangement, wie es in Fig. 11 abgebildet ist. Die Zellen erfahren hier wohl öfter eine solche bandwurmgliederartige Anordnung (Fig. 12); nicht sofort bekommt man sie aber wieder in solch' frappant langer Reihenfolge. Die Prädisposition zu diesen Formen ist offenbar in der erwähnten rosenkranzartigen Folge gegeben.

Schliesslich zeichne ich noch eine vollkommen nackte Ganglienzelle aus dem Sympathicus des Frosches, die mit einer geraden Faser versehen ist (Fig. 13). Links sitzt derselben eine Protoplasmahaube auf, welche nicht wohl als ein zweiter abgerissener Fortsatz wird gedeutet werden können, da man die Bipolarität dieser Nervenzellen mit der Geminipolarität gewissermassen gleichwerthig zu nehmen pflegt.

Auch möchte ich hier noch eines Passus Erwähnung thun, der sich mit Bezug auf den Kern in Arndt's Untersuchungen über die sympathischen Ganglienzellen findet.[1] Arndt sagt: „Die Form der Kerne ist die einer sehr flachen Linse oder auch, wie Courvoisier angibt, einer sehr flachen Scheibe." Ferner meint Arndt, dass eine doppelte Contour, die er an dem Rand der Kerne wahrnahm, einem Falze entspreche, welcher längs des ersteren sich hinzieht. Es geht daraus hervor, dass die Scheiben- oder Linsenform als die allgemeine angesehen wird. Dem ist nach meinen Erfahrungen nicht so und auch Courvoisier[2] gibt an, dass die Kerne oft ganz flache Scheiben darstellen, die mit ihrer Ebene senkrecht zum Längsdurchmesser der Zelle stehen. So viel ich sehe, findet sich in diesen Fällen der Kern gewöhnlich wandständig dem Pole gegenüber und erscheint wie vom Zelleninhalt platt gedrückt; die verschiedenen Grade entsprechen eben allen möglichen Uebergangsformen von der Sphäre bis zur Scheibe und meist ist die der Wand zugekehrte Fläche convexer als die andere, oft ganz ebene. Einen Falz am Kernrande zu sehen ist mir nicht gelungen.

---

[1] Archiv f. mikr. Anat. 1873. 10. Bd. 2. Hft. pag. 222.
[2] Dasselbe Archiv 1868. pag. 133.

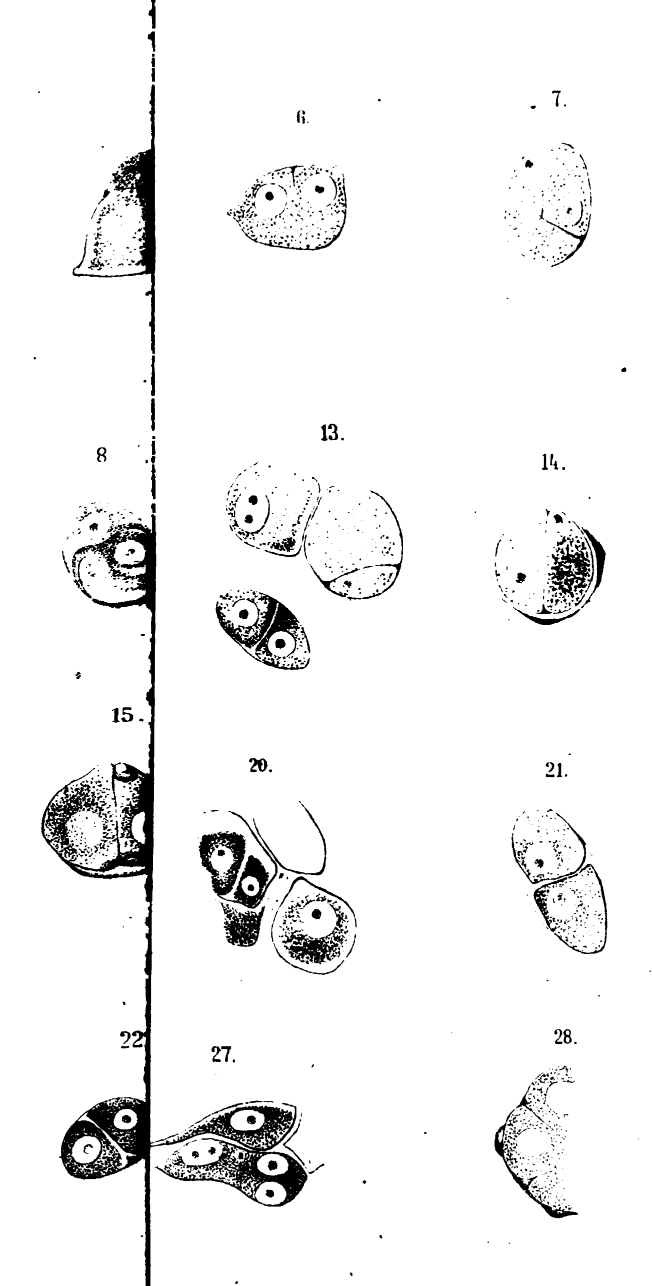
Erklärung der Tafel.

Fig. 1 bis 9, ferner 11 und 13 entsprechen Hart Syst. 8 Oc. 9.
Fig. 10 entspricht Syst. 5 Oc. 3.
Fig. 12 „ Syst. 9 Oc. 1.

Sämmtliche abgebildete Nervenzellen sind Osmiumpräparate ausser Fig. 13, die frisch untersucht wurde.

Fig. 1—8 aus dem Ganglion Gasseri, Fig. 13 aus dem Sympathicus des Frosches, Fig. 9—12 vom Kaninchen.

Dietl. Beobac



Lith v Dr Heitzmann gun

Aus der k k Hof-u Staatsdruckerei

Zur Lehre vom Lichtsinne.

Vierte Mittheilung.

Über die sogenannte Intensität der Lichtempfindung und über die Empfindung des Schwarzen.

Von dem w. M. **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie in Prag.

(Mit 1 Holzschnitt.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. März 1874.)

§. 21.

Von der sogenannten Intensität der Lichtempfindung.

Wenn es sich darum handelt, für die verschiedenen Eigenschaften unserer Empfindungen passende und strenge Begriffe und Bezeichnungen zu erhalten, so ist das erste Erforderniss, dass man diese Begriffe lediglich aus den Empfindungen selbst abziehe und es streng vermeide, die Empfindung mit ihren physikalischen oder physiologischen Ursachen zu verwechseln, oder irgend ein Princip der Eintheilung dem Gebiete der letzteren zu entnehmen. Es ist auffällig, dass gegen diese eigentlich selbstverständliche Forderung noch immer verstossen wird, und dass wir daher vielfach bei Malern eine objectivere Auffassung der Gesichtsempfindungen finden, als bei Physikern und Physiologen, ja dass sogar im gemeinen Sprachgebrauche in mancher Beziehung grössere Klarheit über den hier zu behandelnden Gegenstand herrscht, als in der Literatur der physiologischen Optik.

Jede Gesichtsempfindung erinnert uns mehr oder minder lebhaft an andere Gesichtsempfindungen, jede hat mit gewissen anderen eine ganz besondere Ähnlichkeit. Darauf beruht die

innere Verwandtschaft der Gesichtsempfindungen untereinander und die Möglichkeit, sie von dem grossen Kreise der Empfindungen überhaupt als ein besonderes Empfindungsgebiet abzugrenzen. Wir sind auch meistens im Stande, sofort anzugeben, worin diese Ähnlichkeit oder Verwandtschaft hauptsächlich liegt, und was eigentlich das tertium comparationis ist.

Letzteres darf freilich nicht in den physikalischen oder physiologischen Bedingungen der Gesichtsempfindungen gesucht werden, denn über diese sagt ja die Empfindung an sich zunächst noch gar nichts aus. Die Ähnlichkeit zweier Gesichtsempfindungen darin zu suchen, dass beide durch Ätherschwingungen veranlasst, oder dass beide von der Netzhaut her erweckt werden, wäre ebenso falsch, als die Ähnlichkeit zweier Neger darin finden zu wollen, dass beide in Afrika erzeugt sind. Das tertium comparationis ist vielmehr in den gegebenen Empfindungen selbst zu suchen.

Denken wir uns die ganze Reihe der Übergänge vom tiefsten Schwarz bis zum lichtesten Weiss, so sind dies offenbar lauter in sich nahe verwandte Empfindungen, und wir sind auch gar nicht in Zweifel, worauf diese ihre Verwandtschaft vorzugsweise beruht. Wir sagen, alle Empfindungen dieser Reihe sind heller als das Schwarz am einen, dunkler als das Weiss am andern Ende der Reihe. In zweifacher Hinsicht also haben alle diese Empfindungen etwas Gemeinsames; erstens haben sie alle, verglichen mit dem reinen Weiss, etwas Dunkles, Schattiges oder Schwärzliches, andererseits haben sie, verglichen mit dem reinen Schwarz, alle etwas Helles oder Weissliches; mit andern Worten, jede dieser Übergangsempfindungen erinnert uns zugleich an Weiss und Schwarz, nur überwiegt hier mehr das eine, dort mehr das andre, oder das eine findet sich nur spurweise, das andre deutlich u. s. f.

Betrachten wir das Grau, welches in der Mitte der ganzen Reihe liegt und also von Schwarz und Weiss gleichweit entfernt ist, so können wir nicht sagen, dass wir in demselben eigentliches Weiss oder eigentliches Schwarz sehen, sondern wir haben eine sowohl vom Weiss als vom Schwarz verschiedene Empfindung, eine Empfindung besonderer Qualität, sehen aber doch in diesem Grau gewissermassen Helligkeit und Dunkelheit, Weiss

und Schwarz zugleich, beide gleichsam abgeschwächt. Nur das reine Weiss und Schwarz scheinen mit einander fast keine Ähnlichkeit zu haben, sondern wir fassen sie vielmehr als Gegensätze auf. Worauf dies beruht, ist hier nicht weiter zu untersuchen; vielmehr will ich gerade darauf Gewicht legen, dass uns diese beiden Empfindungen ganz besonders verschieden erscheinen.

Da Schwarz und Weiss oder Dunkel und Hell genau genommen nicht Eigenschaften der Aussendinge, sondern zunächst nur Eigenschaften unsrer Empfindung sind, so ist es gestattet, von schwarzen oder dunklen und von weissen oder hellen Empfindungen zu sprechen. In diesem Sinne kann man auch die ganze Reihe der Übergangsempfindungen vom reinsten Schwarz zum reinsten oder lichtesten Weiss als die *schwarzweisse Empfindungsreihe* bezeichnen, weil alle Empfindungen dieser Reihe nur Schwarz und Weiss in verschiedenen Verhältnissen der Deutlichkeit, aber keine andre Farbe enthalten.

Verfolgen wir nun diese Übergänge vom Schwarzen nach dem Weissen hin, so sehen wir, wie die Empfindung Schritt für Schritt ihre Qualität ändert, wie das Schwarz allmälig in Grau und dieses weiterhin in Weiss übergeht; wir sehen, wie die Empfindung des Schwarzen mehr und mehr beeinträchtigt, verunreinigt oder verdrängt wird durch das mehr und mehr sich vordrängende Weiss, oder wie, wenn wir vom Weiss zum Schwarz zurückgehen, umgekehrt das Weiss mehr und mehr verunreinigt oder verdrängt wird durch das immer stärker hervortretende Schwarz.

Wenn nun Einer sagen wollte, dass unter solchen Verhältnissen die Empfindung auf der einen Seite, nämlich im tiefsten Schwarz, gleich Null sei, und dass ihre Intensität nach der andern Seite hin wachse und endlich im reinsten Weiss ihr Maximum habe, so könnte ein Andrer mit demselben Recht sagen, dass die Empfindung im reinsten Weiss gleich Null sei und im tiefsten Schwarz ihre höchste Intensität erreiche. Denn während der Eine so verfährt, als ob das Schwarz gar nicht vorhanden wäre, verführe der Andre ebenso mit dem Weiss, und eines wäre so richtig oder falsch wie das andre. Wer ohne alle Voraussetzungen an die Untersuchung seiner Gesichtsempfindungen geht, darf ja

noch gar nichts davon wissen, dass dem Weissen objectives Licht entspricht, dem Schwarzen aber nicht; und wenn der Eine sich von der Voraussetzung leiten lässt, dass das objective Licht die Empfindung des Weissen erzeuge, so könnte der Andre behaupten, dieses Licht hemme ihm blos die Empfindung des Schwarzen, und das reinste Weiss sei nichts anderes als die Empfindung der vollständigen Hemmung der Schwarzempfindung. Beide Voraussetzungen wären gleich unerlaubt, denn wir sollen eben die Empfindungen zunächst ohne alle derartige Voraussetzungen untersuchen.

Da man also mit demselben Rechte von einer Intensität der Empfindung des Schwarzen oder Dunklen, wie von einer Intensität des Weissen oder Hellen sprechen kann, so muss man entweder den Ausdruck „Intensität" ganz fallen lassen und sagen, dass in der beschriebenen Empfindungsreihe die Empfindung Schritt für Schritt ihre Qualität ändere, und muss die ganze Scala der Empfindungen zwischen Weiss und Schwarz in derselben Weise auffassen, wie die Farbenscala, welche von einer gesättigten Farbe, z. B. dem Roth, zu einer andern, z. B. dem Gelb, führt, oder man muss in der schwarzweissen Empfindungsreihe zwei Intensitätsscalen annehmen, deren eine dem Weissen oder Hellen, die andre dem Schwarzen oder Dunklen entspricht.

Nun wird man vielleicht einwenden wollen, dass man es anders gar nicht gemeint habe, als man von der Intensität der Lichtempfindung sprach. Das Schwarz könne zwar allenfalls eine Gesichtsempfindung, aber gewiss nicht eine Lichtempfindung genannt werden; und es verstehe sich von selbst, dass mit jedem Wachsthum des Positiven eine entsprechende Abnahme des Negativen einhergehe.

Aber worin liegt dieses angeblich Positive der Empfindung des Weissen gegenüber dem Schwarzen? Lediglich darin, dass wir, dank der alltäglichen Erfahrung und der physikalischen Optik, mehr Positives von den Vorgängen wissen, welche die weisse Empfindung, als von denen, welche die schwarze Empfindung bedingen. Als blosse Empfindung ist Schwarz ganz ebenso positiv wie Weiss, und wenn man durchaus die eine dieser beiden Empfindungen als positiv, die andere als negativ bezeichnen will

so kann man ebensogut das Schwarz wie das Weiss positiv nennen. Übrigens aber besteht zwischen diesen beiden Empfindungen gar nicht dasselbe Verhältniss, wie zwischen positiven und negativen Grössen in dem jetzt üblichen mathematischen Sinne, denn jene Empfindungen heben sich nicht gegenseitig auf, sondern geben durch ihre Verbindung ein Product besonderer Qualität. In jedem Grau empfinden wir Weiss und Schwarz zugleich, aber keines von beiden vollständig, wie wir im Kinde zugleich Vater und Mutter, doch aber weder den ganzen Vater noch die ganze Mutter sehen.

Wer also ohne alle physikalischen und physiologischen Voraussetzungen an die Thatsachen des Gesichtssinnes herantritt, kann nicht sagen, dass Grau eine intensivere Empfindung sei als Schwarz u. dgl. m.; er kann nur sagen, dass er in der schwarzweissen Empfindungsreihe am einen Ende das Schwarz, am andern das Weiss am reinsten empfindet, und dass er, wenn er die Übergänge vom Schwarz zum Weiss durchläuft, das Schwarze immer mehr durch Weiss verdrängt oder verunreinigt sieht und umgekehrt.

Will man die in der einen Richtung mehr und mehr wachsende Reinheit des Weiss als wachsende Intensität bezeichnen, so muss auch die in der andern Richtung wachsende Reinheit des Schwarz ebenso bezeichnet werden. Sind aber zwei Intensitätsreihen in der gegebenen Empfindungsreihe zugleich anzunehmen, so heisst das nichts anderes, als dass alle Übergänge vom Weissen zum Schwarzen als Mischungen derjenigen beiden Empfindungen angesehen werden können, welche an den beiden Enden der Reihe am reinsten hervortreten. Die Bezeichnungen „Intensität“, „Stärke“ oder „intensive Grösse“ (Fechner) lassen sich also auf die besprochene Empfindungsreihe, für welche sie besonders häufig angewandt worden sind, nur unter der Bedingung gebrauchen, dass man jedem einzelnen Gliede der Reihe zwei Intensitäten zugesteht und das Verhältniss angibt, in welchem hier die Intensitäten der beiden Empfindungen des Schwarz und Weiss zu einander stehen, wobei man also Schwarz und Weiss als relativ einfache Empfindungen von den Übergängen zwischen beiden als gemischten Empfindungen unterscheidet.

Wenn den einzelnen Stufen der schwarzweissen Empfindungsreihe eine Intensität im jetzt üblichen Sinne des Wortes zugeschrieben werden könnte, so müsste es denkbar sein, dass diese Intensität sich änderte; denn andernfalls hätte die Anwendung des Begriffes der Intensität hier keinen Sinn. Wie aber soll sich z. B. ein bestimmtes Grau seiner Intensität nach ändern? Eine Änderung ist, abgesehen von der Beimischung anderer Farben, nur denkbar durch ein deutlicheres Hervortreten des in ihm enthaltenen Schwarz oder Weiss, dadurch aber würde das gegebene Grau in ein anderes Grau verwandelt, welches in der schwarzweissen Empfindungsreihe weiter nach dem Weiss oder nach dem Schwarz hin liegt. Wollte man aber sagen, das reine Weiss, welches das eine Ende der Reihe bildet, sei doch einer Steigerung seiner Intensität fähig, so wäre eine solche auch wieder nur unter der Voraussetzung denkbar, dass dieses Weiss noch nicht ganz frei wäre von jeder Verunreinigung mit Schwarz, dass also noch nicht jede Spur von Schatten oder Dunkelheit daraus getilgt wäre.

Will man daher nicht Schwarz und Weiss als relativ einfache Empfindungen ihren Übergängsn als gemischten entgegenstellen und jeder Übergangsstufe zwei Intensitäten zuschreiben, so hat es überhaupt keine Berechtigung, von Intensität dieser Empfindungen im üblichen Sinne des Wortes zu sprechen; denn jede Änderung, welche an diesen Empfindungen vorkommt, ist dann lediglich als eine qualitative anzusehen. Ein bestimmtes Grau kann nicht grauer werden, sondern nur weisslicher oder schwärzlicher (heller oder dunkler), und Weiss kann nur weisser werden, wenn die übriggebliebenen Spuren von Grau oder Schwarz daraus verschwinden.

Wie inconsequent man gegenwärtig bei der Anwendung des Begriffes der Intensität auf die Gesichtsempfindungen verfährt, lehrt u. a. auch Folgendes. Die einzelnen Stufen der Farbenreihe, welche man erhält, wenn man beispielsweise gesättigtes Roth und Gelb in verschiedenen Verhältnissen auf dem Farbenkreisel mischt, oder jene Übergänge, welche im Spectrum zwischen dem äussersten Roth und dem Gelb liegen, bezeichnet man als Farbentöne, das soll heissen als qualitativ verschiedene Lichtempfindungen. Gleichwohl besteht hier zwischen Roth und Gelb eine analoge Beziehung, wie bei den schwarzweissen Empfindungen zwischen Schwarz und Weiss. Der möglichst gesättigten oder reinen Farbe am

einen Ende der gegebenen Empfindungsreihe mischt sich mehr und mehr von der anderen Farbe bei, in der Mitte sehen wir ein Orange, in welchem beide Farben etwa gleich deutlich oder undeutlich hervortreten (daher wir das Orange auch als rothgelb oder gelbroth bezeichnen), dann überwiegt mehr und mehr die andere Farbe und kommt endlich im reinen Gelb ausschliesslich zur Geltung. Auch hier finden wir also jede Stufe der Reihe qualitativ von ihren Nachbarn verschieden, und deshalb könnte man hier mit demselben Rechte wie bei der schwarzweissen Empfindungsreihe von Intensitäten reden, nur hätte man ebenfalls zwei entgegengesetzte Intensitätsreihen anzunehmen. Am einen Ende ist das Roth am intensivsten am andern das Gelb, und in den Zwischenstufen finden sich alle möglichen Verhältnisse der Intensitäten der beiden Farben.

Dass man die Übergänge vom Roth zum Gelb als rein qualitative Änderungen der Empfindung, die Übergänge vom Schwarz zum Weiss aber als blosse Änderungen der Intensität der Empfindung auffasste, hatte seinen Grund lediglich darin, dass man sich stets mehr an die physikalische Ursache der Empfindungen als an diese selbst hielt. Finden wir doch in der physiologischen Optik von Helmholtz unter dem Titel „die Lehre von den Gesichtsempfindungen“ ein Capitel über „die einfachen Farben“, ein anderes über „die zusammengesetzten Farben“ und ein drittes über „die drei Grundfarben“. Rothgelb, Blaugrün, Blauroth, aus denen jeder Unbefangene zwei Farben zugleich heraus erkennt, wie schon der Name sagt, werden da zu den einfachen Farben gezählt, das Weiss ist dagegen unter den zusammengesetzten Farben besprochen, und eben daselbst das Schwarz; Violett, welches ganz offenbar Roth und Blau zugleich enthält, ist a's eine Grundfarbe bezeichnet: kurz ein Farbenverständiger, der nichts von Physik wüsste, würde den Sinn einer solchen Eintheilung, die dem natürlichen System der Gesichtsempfindungen überall zuwiderläuft, nie erfassen können. In einem physikalischen Handbuche hat jene sonderbare Eintheilung noch eine gewisse Berechtigung, denn den Physiker interessirt die Gesichtsempfindung nur insofern, als sie eine Reaction auf Ätherschwingungen verschiedener Wellenlänge und Amplitude ist; dass aber die Physiologen jene Eintheilung ebenfalls annahmen, war ein grosser Fehler. Eine Consequenz dieses Fehlers war u. a. auch die Behauptung, dass jeder Farbe ausser einem bestimmten Sättigungsgrade noch ein bestimmter Intensitätsgrad zukomme, was genau genommen eine Tautologie ist.

§. 22.

Von der Bezeichnung der Lichtempfindungen durch Zahlen- oder Grössenverhältnisse.

Es lässt sich nie behaupten, dass ein reines, tiefes Schwarz, welches wir eben sehen, das reinste ist, welches wir überhaupt empfinden könnten, oder dass ein reines, helles Weiss, wie z. B.

das der Sonnenscheibe, das reinste und hellste ist, welches überhaupt zu empfinden wäre. Eine Steigerung der Reinheit, d. i. im ersten Falle der Dunkelheit, im anderen der Helligkeit, ist wenigstens denkbar. Deshalb lässt sich auch jenes Schwarz und Weiss, welches wir an die beiden Enden der schwarzweissen Empfindungsreihe gestellt dachten, nur definiren als das reinste, tiefste Schwarz und das reinste lichteste Weiss, welches man sich denken kann; aber es ist nicht möglich, bestimmte Bedingungen anzugeben, unter welchen man diese reinsten Empfindungen wirklich hat. Scharfe reale Grenzen für die schwarzweisse Empfindungsreihe gibt es also nicht, ebensowenig wie man beim süssesten Geschmacke wissen kann, ob nicht vielleicht ein noch süsserer möglich wäre.

Theoretisch genommen, muss es ein Grau geben, welches von dem idealen, absolut reinen Schwarz und Weiss gleichweit entfernt ist, mit beiden gleich sehr verwandt erscheint, vom einen ebensoviel enthält als vom andern. Dies ist denknothwendig. Wir könnten dieses Grau als das mittle oder neutrale Grau bezeichnen, als ein Grau von gleicher Helligkeit und Dunkelheit. Auch ist ersichtlich, dass ein solches Grau wirklich unter unsern Empfindungen vorkommen muss und dass es nicht wie das absolut reine Schwarz oder Weiss nur gedacht werden kann. Freilich aufzeigbar ist dieses bestimmte Grau vor der Hand noch nicht, und wir können vorerst noch nicht die Bedingungen angeben, unter welchen die Empfindung gerade von diesem Grau entstehen muss, ebensowenig wie man genau dasjenige Mischungsverhältniss eines süssen und eines sauren Stoffes angeben kann, bei welchem der saure Geschmack gerade ebenso stark ist als der süsse. Aber dieses unser Unvermögen der genauen Bestimmung des Grades der Reinheit, oder, wenn man so will, des Mischungsverhältnisses der Empfindungen beweist nichts gegen das wirkliche Vorkommen solcher Empfindungen, in welchen Süss und Sauer oder Schwarz und Weiss gleich deutlich oder undeutlich enthalten sind. Denn der rein saure Geschmack lässt sich durch stetige Veränderung des Verhältnisses, in welchem man Süsses und Saures mischt, mehr und mehr in einen erst süsslich sauren, dann säuerlich süssen und endlich rein süssen überführen, womit schon gesagt ist, dass es eine Mittelstufe geben muss, auf welcher

Süss und Sauer gleich stark in der Empfindung enthalten sind, wenn wir auch diese Stufe nicht genau, sondern nur annähernd zu bestimmen vermögen. So gibt es auch schwarzweisse Empfindungen, von welchen jeder sofort sagen wird, dass sie dem Schwarzen näher stehen als dem Weissen, und andre, von denen Jeder meint, dass sie dem Weissen näher verwandt sind als dem Schwarzen, und hieraus folgt, dass es auch eine bestimmte schwarzweisse Empfindung geben muss, in welcher Schwarz und Weiss gleichwerthig sind.

Diese mittle oder neutrale graue Empfindung, deren wirkliches Vorkommen also zweifellos ist, wollen wir uns genau in die Mitte der schwarzweissen Empfindungsreihe gestellt denken. In ihr ist, da Schwarz und Weiss hier gleich deutlich empfunden werden, das Verhältniss

$$\text{Weiss : Schwarz oder W : S, d. i. } \frac{W}{S} \left(\text{oder } \frac{S}{W}\right) = 1.$$

Es leuchtet sofort ein, dass zwischen diesem mittlen Grau und dem reinsten Weiss genau ebensoviel verschiedene Empfindungsqualitäten oder Mischungsverhältnisse liegen müssen, wie zwischen ebendemselben Grau und dem reinsten Schwarz; denn dieselbe Rolle, die auf der einen Seite das immer mehr hervortretende Weiss spielt, kommt auf der andern Seite dem Schwarz zu, und wie auf der einen Seite das Schwarz mehr und mehr zurücktritt, so auf der andern Seite das Weiss. Im absolut reinen Weiss wäre das Verhältniss

$$\frac{W}{S} = \frac{W}{0} = \infty \left(\text{und } \frac{S}{W} = 0\right)$$

im absolut reinen Schwarz wäre

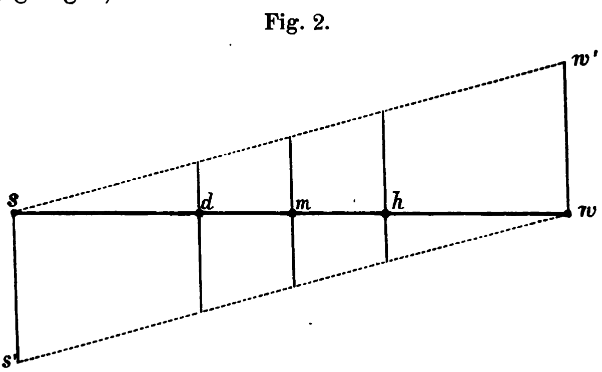
$$\frac{W}{S} = \frac{0}{S} = 0 \left(\text{und } \frac{S}{W} = \infty\right).$$

Zwei Empfindungen, welche von dem mittlen Grau $\left(\frac{W}{S} = 1\right)$ nach rechts und links gleichweit abliegen und also in gleichem Grade von diesem Grau verschieden sind, lassen sich ausdrücken durch reciproke Werthe. So muss es ein Hellgrau geben, in welchem $\frac{W}{S} = \frac{2}{1}$ ist, und diesem wird in der andern Hälfte der

Reihe ein Dunkelgrau entsprechen müssen, in welchem $\frac{W}{S} = \frac{1}{2}$. Beide werden gleichweit vom mittlen Grau ab liegen, denn in dem Masse, wie im einen das Weiss über das Schwarz, überwiegt im andern das Schwarz über das Weiss. Alle Werthe von 1 bis ∞ werden also allen denkbaren Übergangsstufen vom mittlen Grau ($= 1$) bis zum reinsten Weiss ($= \infty$) entsprechen, und alle Werthe von 1 bis 0 allen denkbaren Übergängen vom mittlen Grau bis zum reinsten Schwarz. Ebensogut aber könnte man alles umkehren und überall die reciproken Werthe einsetzen, so dass die Werthe zwischen 1 und ∞ den Übergängen vom mittlen Grau bis zum reinsten Schwarz, die Werthe zwischen 1 und 0 den Übergängen von demselben Grau bis zum reinsten Weiss entsprächen. Denn es ist, da es sich nur um Verhältnisse und nicht um Grössen handelt, gleichgiltig, ob man das Weiss oder das Schwarz zum Nenner des als Bruch geschriebenen Verhältnisses macht, und zwischen 1 und ∞ liegen genau ebensoviel mögliche Verhältnisse wie zwischen 1 und 0, denn die letztern sind die reciproken Werthe der erstern.

Denken wir uns jetzt alle Übergangsempfindungen vom reinsten Schwarz bis zum reinsten Weiss auf der Geraden *sw* (Fig. 2) gelegen,

Fig. 2.



so dass der Endpunkt *s* dem reinsten Schwarz, der Endpunkt *w* dem reinsten Weiss und der Mittelpunkt *m* dem mittlen Grau entspricht. Auf dieser Geraden als Abscissenaxe können wir uns für jeden Punkt derselben, d. h. für jede schwarzweisse Empfindung, die Deutlichkeit des in derselben enthaltenen Weiss oder

den Grad ihrer Verwandtschaft mit Weiss durcch eine nach oben, den Grad ihrer Verwandtschaft mit Schwarz durch eine nach unten gehende Ordinate versinnlichen, so dass das Verhältniss der beiden Ordinaten, dem Verhältnisse der beiden Verwandtschaftsgrade oder dem Mischungsverhältnisse von Weiss und Schwarz entspricht. Da hiebei auf die absolute Grösse dieser + und — Ordinaten nichts ankommt, sondern nur ihr Verhältniss von Bedeutung ist, so können wir im Endpunkte *s* eine — Ordinate *ss'* von beliebiger Länge errichten, im Endpunkte *w* eine gleichlange + Ordinate *ww'*, und *s* mit *w'*, *w* mit *s'* durch je eine Gerade verbinden. Legen wir nun durch einen beliebigen Punkt der Geraden *sw* eine Senkrechte, so wird sie von den Linien *sw'* und *ws'* geschnitten, und das Verhältniss der hiedurch bestimmten Ordinaten gibt uns das Verhältniss, welches in der entsprechenden Empfindung zwischen dem Schwarz und Weiss besteht. So entsprechen z. B. die auf der Linie *sw* markirten Punkte *d* und *h* den beiden oben erwähnten grauen Empfindungen, in welchen das Verhältniss zwischen Weiss und Schwarz gleich $\frac{1}{2}$ (ein Dunkelgrau), beziehungsweise $\frac{2}{1}$ (ein Hellgrau) ist.

Die Linie *sw'* versinnlicht uns also das Ansteigen der Deutlichkeit, mit welcher das Weiss in der Empfindung hervortritt, je weiter wir uns dem reinen Weiss nähern, die Linie *s'w* die entsprechende Abnahme der Deutlichkeit des Schwarz.

Übrigens aber versteht sich, dass jeder Punkt der Linie *sw* schon durch seine Lage auf derselben das Verhältniss $\frac{W}{S}$ darstellt, insofern das Verhältniss seiner Abstände von *s* und *w* immer dasselbe ist wie das der beiden in ihm errichteten Ordinaten, wobei sein Abstand von *w* der negativen, sein Abstand von *s* der positiven Ordinate entspricht.

Will man nur die sogenannte Helligkeit einer schwarzweissen Empfindung oder den Grad ihrer Verwandtschaft mit dem reinen Weiss numerisch bestimmen, so kann man dies dadurch, dass man den Antheil des Weiss an der gegebenen Empfindung durch das Verhältniss ausdrückt, in welchem die weisse Partialempfindung zur schwarzweissen Totalempfindung steht. Im mittlern Grau z. B. ist W = S, folglich das Verhältniss der

Partialempfindung Weiss zur Totalempfindung Grau wie 0,5 : 1 oder kurzweg 0,5, da die Totalempfindung hier, weil es wieder nur auf Verhältnisse ankommt, immer gleich 1 gesetzt werden kann. Im obenerwähnten Hellgrau $\left(\frac{W}{S} = \frac{2}{1}\right)$ ist dann die Helligkeit $= 0{,}666\ldots$, im erwähnten Dunkelgrau $\left(\frac{W}{S} = \frac{1}{2}\right) = 0{,}333\ldots$, im idealen Weiss $= 1$, im idealen Schwarz $= 0$ zu setzen. In ganz entsprechender Weise lässt sich die Dunkelheit jeder schwarzweissen Empfindung oder der Grad ihrer Verwandtschaft mit dem reinen Schwarz bezeichnen, und man erhält dann für jede beliebige schwarzweisse Empfindung einen Dunkelheitswerth, welcher sich mit ihrem Helligkeitswerthe zu 1 ergänzt.

Setzen wir die Länge der Linie *sw* (Fig. 2) = 1, so entspricht für jede beliebige durch einen Punkt auf dieser Linie repräsentirte Empfindung der Abstand dieses Punktes von *s* dem Helliggkeitsgrade, der Abstand von *w* dem Dunkelheitsgrade der Empfindung.

Wenn es nun auch in keinem Falle möglich ist, genau anzugeben, an welchen Punkt der Linie *sw* eine gegebene schwarzweisse Empfindung gehört, so sind wir doch im Stande die ungefähre Lage der Empfindung auf dieser Linie zu bestimmen. Die Hauptsache aber ist, dass die hier gegebene numerische und graphische Darstellung der ganzen Mannigfaltigkeit der zwischen Schwarz und Weiss gelegenen Empfindungen uns für die folgenden Untersuchungen von grossem Werthe und ein treffliches Mittel zur Bezeichnung der Qualität, Helligkeit oder Dunkelheit dieser Empfindungen sein wird.

Für besonders wichtig halte ich es ferner, dass durch diese Art der Bezeichnung ganz anschaulich wird, in welchem Sinne man allein berechtigt ist, von einer Intensität oder Helligkeit der Lichtempfindung zu sprechen. Losgelöst von der Beziehung zu dem gleichzeitig empfundenen Schwarz oder Dunkel hat die Empfindung des Weissen oder Hellen keine reale Existenz. Denn das absolut reine Weiss ist uns wie gesagt unbekannt, und keine wirkliche Empfindung ist derart, dass wir behaupten könnten, eine noch weissere oder hellere d. h. noch besser von jeder

Spur des Schattigen oder Dunkeln gereinigte Empfindung sei unmöglich.

§. 23.

Die Empfindung des eigentlichen Schwarz entsteht wie die des Weiss unter dem Einflusse des objectiven Lichtes.

Nach dem gemeinen Sprachgebrauche ist Schwarz ebenso gut eine Farbe wie Weiss, und man spricht von einem reinen Schwarz ebenso wie von einem reinen Weiss. Auch die Physiologie hat sich bereits dazu verstanden, das Schwarz als eine Empfindung zu bezeichnen, statt es, wie früher öfter geschah, als die Abwesenheit jeder Lichtempfindung zu definiren, eine Definition die ebenso unbrauchbar ist wie die Definition des Grün als der Abwesenheit jeder Rothempfindung oder die Definition der Kugel als der Abwesenheit jedes andern Raumgebildes.

Wenn aber auch die heutige Physiologie zugibt, dass Schwarz eine „wirkliche" Empfindung sei, so ist sie doch keineswegs geneigt, diese Empfindung als eine dem Weiss, Grün, Roth etc. durchaus analoge Qualität der Gesichtsempfindung anzusehen, weil sie sich das Sehorgan bei der Empfindung des Schwarz im Zustande der Ruhe, bei den übrigen Gesichtsempfindungen aber im Zustande der Thätigkeit denkt. Gleichwohl ist es eine Thatsache der alltäglichen Erfahrung, welche ich jedoch noch nirgends besonders betont gefunden habe, dass die eigentlich schwarze Empfindung erst unter dem Einflusse des äussern Lichtreizes zu Stande kommt, wie ja auch die weisse Empfindung für gewöhnlich durch objectives Licht hervorgerufen wird; nur mit dem Unterschiede, dass sich die weisse Empfindung unter dem directen, die schwarze aber unter dem indirecten Einflusse des Lichtreizes entwickelt, nämlich durch den sogenannten simultanen oder successiven Contrast. Von pathologischen Zuständen des Sehorganes und von den Empfindungen im Traume sehe ich hierbei ab.

Man lege auf einen beliebigen Tisch ein Stück schwarzen Sammtes und stelle sich so davor, dass es nicht glänzend erscheint, dann wird man ein ziemlich tiefes Schwarz sehen. Nun

schliesse und verdecke man die Augen und vergleiche die Farbe des Gesichtsfeldes mit dem soeben gesehenen Schwarz: man wird zugeben müssen, dass die allerdings auch dunkle Farbe des Gesichtfeldes dem Schwarz des Sammtes nicht nahe kommt, möge man die Augen auch noch so lange geschlossen halten.

Man gehe aus einem hellen Zimmer in ein ganz dunkles und man wird in den ersten Secunden vielleicht ein ziemliches Dunkel, wenn auch kein tiefes Schwarz empfinden, bald aber wird sich dasselbe mehr und mehr aufhellen, auch wenn keine Spur von Licht in das Dunkelzimmer fällt, und nach längerem Aufenthalt in demselben sieht man alles Mögliche, nur kein reines Schwarz.

Man gebe sich, wenn man in einer finstern Nacht in einem dunklen Zimmer aus dem Schlafe erwacht, Rechenschaft von seiner Gesichtsempfindung, und man wird sagen müssen, dass dieselbe durchaus nicht schwarz sei, gleichviel ob man die Augen offen oder geschlossen hat. Genug, man erhält die Empfindung eines tief-dunklen Schwarz nur dann, wenn man daneben die des Hellen hat oder die letztere kurz zuvor an derselben Stelle hatte, am besten wenn beide Bedingungen zugleich erfüllt sind, wenn man also z. B. ein Stück weisses Papier auf ein grösseres Stück schwarzen Sammtes legt, das Papier bei nicht zu greller Beleuchtung einige Zeit fixirt und dann auf den schwarzen Sammt blickt; an der Stelle des negativen Nachbildes erscheint dann der Sammt in besonders tiefem Schwarz.

Wenn man alle diese Thatsachen bedenkt, muss man sich wundern, wie man die Empfindung des Schwarzen als diejenige definiren konnte, welche der ruhenden, nicht durch Licht gereizten Netzhaut eigenthümlich ist. Gerade das Auge, welches vor jedem äusseren Lichtreize sorgfältig und so lange geschützt wurde, bis jede Nachwirkung der vorhergegangenen Erregung durch Licht verklungen ist, gerade dieses empfindet durchaus kein Schwarz, sondern hat Empfindungen, welchen man eine ziemlich bedeutende Helligkeit zuschreiben muss, und welche nach längerem Aufenthalte im absolut dunklen Raume dem Weiss fast ebenso nahe verwandt sind wie dem reinen Schwarz. Ich darf mich hier auch auf Aubert und dessen „Physiologie der Netzhaut“ berufen, ein durch die reiche Fülle interessanter und mit grosser Objectivität geschilderter Beobachtungen ausgezeichnetes Werk.

Aubert sagt[1]: „Der Grund des Gesichtsfeldes erscheint bald nach dem Eintritt in das Finstre gleichmässig dunkel, aber nicht tief schwarz; wenn ich mir schwarzen Sammt lebhaft vorstelle, so scheint mir der Grund des Gesichtsfeldes dagegen heller.“ Weiterhin beschreibt Aubert die mannigfachen subjectiven Lichterscheinungen (Lichtpunkte und Lichtlinien, wandelnde Nebelstreifen, Nebelballen etc.), welche er in dem Dunkelzimmer beobachtete, und sagt von denselben: „Diese Erscheinungen fangen schon in den ersten Minuten nach dem Eintritt ins Finstre an und dauern ununterbrochen fort; sie werden bald lebhafter, namentlich die wallenden Nebel und der centrale helle Nebel sowie die Helligkeit des Grundes, bald matter, scheinen aber nach mehr als dreistündigem Aufenthalte immer eine grosse Lebhaftigkeit zu erreichen.“

Die jetzt üblichen, mit den Thatsachen so wenig in Einklang stehenden Ansichten über das Schwarz erklären sich daraus, dass man erstens bei der Untersuchung der Gesichtsempfindungen sich nicht zunächst lediglich an diese hielt, sondern sogleich ihre physikalischen Ursachen mit hineinzog, daher denn die Empfindung des Weissen oder Hellen, weil sie meist durch äusseres Licht erzeugt wird, als etwas Positives der Empfindung des Schwarzen als etwas Negativem entgegengestellt wurde; und zweitens daraus, dass spiritualistische Hypothesen in die Empfindungslehre eingemengt wurden. Man bemerkte wohl, dass die Empfindung des vor äusserem Lichte geschützten Auges kein eigentliches Schwarz sei, man betonte sogar den „innern Lichtnebel“, legte aber doch auf die höchst bemerkenswerthe Thatsache, dass man ein tiefes Schwarz im allgemeinen nur im erleuchteten Raume sieht, weiter kein Gewicht, weil man meinte, dieses tiefe Schwarz sei nur eine durch simultane Contrastwirkung erzeugte Täuschung und existire hier nur in der Vorstellung, nicht aber als eigentliche Empfindung. Nur das durch successiven Contrast entstandene Schwarz liess man als eine, dem Zustande der Netzhaut wirklich entsprechende und nicht blos durch falsche Schlüsse vorgetäuschte

[1] Physiologie der Netzhaut S. 333.

Empfindung gelten, weil man annahm, dass die ermüdete Netzhaut ein geringeres Eigenlicht und daher ein reineres Schwarz zur Empfindung bringen müsse, als die nicht ermüdete. Hierbei aber übersah man, dass man bei blos successivem Contraste, z. B. also nach längerer Betrachtung eines hellen Objectes auf dunklerem Grunde, im geschlossenen Auge kein Schwarz sieht, welches an Tiefe dem irgend gleich kommt, welches man sieht, wenn man im erleuchteten Raume das negative Nachbild eines hellen Objectes auf einer begrenzten dunklen Fläche sich entwickeln lässt, dass also die Netzhaut partiell beleuchtet sein muss, wenn sie das tiefste Schwarz empfinden soll.

Die im Gesichtsfelde des verdunkelten Auges ausgebreitete Empfindung hat man sich zeither vorgestellt wie eine schwarze, in der menschlichen Seele aufgestellte Tafel, auf welcher dann durch äusseres Licht oder durch innere Reize weisse und bunte Bilder gemalt und wieder weggewischt werden. Je dicker das Weiss und die Farben aufgetragen werden, desto heller erscheint das Weiss, desto gesättigter die Farben und desto weniger scheint der schwarze Grund durch. Im übrigen hat man sich um diese schwarze Tafel nicht weiter gekümmert, sondern nur die Bilder auf derselben studirt.

Nun lehrt aber die unbefangene Analyse der Gesichtsempfindungen, dass das Schwarz oder Dunkel ganz ebenso variabel ist, als das Weiss oder Hell, und dass die eine Empfindung durchaus dieselbe Berücksichtigung verdient wie die andere. Bedenkt man dazu, dass, wie soeben gezeigt wurde, nicht blos die weisse sondern auch die schwarze Empfindung eine Function der Beleuchtung der Netzhaut ist, so ergibt sich die Nothwendigkeit, dem psychophysischen Zustande oder Processe, welcher der Empfindung des Schwarzen entspricht, dasselbe Interesse zuzuwenden, wie dem andern, welcher die Empfindung des Hellen bedingt.

§. 24.

Über Hell und Dunkel, verglichen mit Weiss und Schwarz.

Mit Absicht habe ich im Obigen die Worte Weiss und Hell, Schwarz und Dunkel als ganz gleichwerthige benützt, obwohl sie dies nach dem Sprachgebrauche nicht durchaus sind. Treffend bemerkt Helmholtz,[1] dass wir immer „die Neigung haben zu trennen, was in der Farbe oder dem Aussehen eines Körpers von der Beleuchtung und was von der Eigenthümlichkeit des Körpers selbst herrührt". Dem entsprechend pflegen wir die Worte hell und licht, dunkel und finster vorherrschend, wenn auch durchaus nicht immer, in Bezug auf die Art der Beleuchtung, die Worte weiss, grau und schwarz in Bezug auf die Eigenschaften der so erscheinenden Aussendinge anzuwenden.

Wenn auf einen Theil eines weissen Papiers ein Schatten fällt, so nennen wir den beschatteten Theil nicht grau, sondern dunkler, obwohl das Licht, welches er aussendet, genau dieselbe Intensität und Zusammensetzung haben kann, wie das von einem grauen Papiere ausgehende; und wenn wir auf ein graues Papier mittels eines spiegelnden Körpers reflectirtes Licht fallen lassen, so nennen wir die hellere Stelle des Papiers nicht weiss, sondern nur heller, obwohl sie vielleicht genau dasselbe Licht gibt, wie ein daneben liegendes weisses Papier. Der Verschiedenheit der Bezeichnung entspricht hierbei eine Verschiedenheit der Wahrnehmung. Das Dunkel, welches im Grau gesehen wird, ist mit dem gleichzeitig darin enthaltenen Weiss vollständig zu einer Empfindung besonderer Qualität verschmolzen; das Dunkel aber, welches als Schatten auf dem Weiss erscheint, wird als ein besonderes, über dem Weiss liegendes Etwas aufgefasst, durch welches hindurch wir noch das Weiss zu sehen meinen. Analog verhält es sich mit einem auf grauem Papiere mittels eines Spiegels erzeugten helleren Flecke, insofern hier das Helle, welches zu dem schon vorhandenen Grau hinzukommt, mit diesem nicht zu einem helleren Grau oder zu Weiss verschmilzt, sondern gesondert als blosses Licht aufgefasst wird, welches dem Grau

[1] Physiol. Optik S. 287.

äusserlich aufliegt, und unter welchem wir noch das Grau zu sehen meinen.

Solche Fälle, in denen der gleiche Reiz je nach den Nebenumständen zu ganz verschiedenen Wahrnehmungen führt, sind auf den verschiedenen Sinnesegbieten bekanntlich sehr häufig, und man pflegt zu sagen, dass dabei die „Empfindung" eine verschiedene „Auslegung" erfahre, oder dass das gegebene Empfindungsmaterial durch unbewusste Schlüsse zu verschiedenen „Vorstellungen" verarbeitet werde. Hiebei wird offen oder versteckt die Annahme gemacht, dass die Empfindung etwas mehr Körperliches, die Auslegung der Empfindung oder die Verarbeitung derselben zu Vorstellungen etwas mehr Geistiges sei. Diese Annahme aber ist vom Standpunkte der Physiologie entschieden zurückzuweisen, denn sie führt dazu, die ganze Mannigfaltigkeit der psychischen Processe in zwei grosse Classen zu theilen, nämlich in solche, welche direct und unmittelbar, und in solche, welche nur mittelbar von den Zuständen des Nervensystems abhängig und daher mehr als Producte einer freien Geistesthätigkeit anzusehen sind. Es entspricht diese Theilung des gesammten psychischen Materiales ungefähr der alten Unterscheidung von Seele und Geist. Sie ist der Ausfluss eines Spiritualismus, welcher sich mit der Physiologie abzufinden sucht, indem er derselben die „reinen Empfindungen" opfert, dafür aber die „Vorstellungen" ganz für sich und den Geist reservirt wissen will.

Wenn ich mich oben dahin aussprach, dass dasselbe objective Licht je nach den Nebenumständen bald als eine Eigenschaft (Farbe) der Aussendinge, bald aber als Licht oder Dunkel (Schatten, Finsterniss) wahrgenommen werden könne, so wollte ich damit nicht gesagt haben, dass trotz dieser verschiedenen Wahrnehmung doch die Empfindung, entsprechend der Gleichheit des Reizes, in beiden Fällen dieselbe sei. Vielmehr meine ich, dass die Empfindung in beiden Fällen wesentlich verschieden ist, was trotz gleichem Reize deshalb möglich ist, weil die Lichtempfindung nicht blos eine Function des Reizes und der jeweiligen Beschaffenheit der zunächst getroffenen nervösen Theile ist, sondern auch mit abhängt von der Beschaffenheit der zum Sehact in Beziehung stehenden Hirntheile, in welchen die optischen Erfahrungen des ganzen Lebens gleichsam organisirt enthalten sind.

Wie der Klang, welchen ein Clavier gibt, wenn man eine Taste desselben anschlägt, nicht blos abhängt von den Schwingungen der Saiten, welche der Schlag direct trifft, sondern auch von der Resonanz des ganzen Instrumentes, was bei aufgehobener Dämpfung am offenbarsten, aber auch sonst immer der Fall ist; so ist auch die Empfindung, welche ein äusserer Reiz in uns erweckt, nicht blos abhängig von der Nervenfaser, welche zunächst vom Reize getroffen wird, sondern ist zugleich das Ergebniss der Resonanz unsres ganzen Sensoriums. Ein scheinbar unbedeutender Nebenumstand hebt gleichsam den Dämpfer von gewissen Saiten ab und lässt sie mit anklingen, so dass der Charakter der Empfindung ein wesentlich anderer wird.

Es ist richtig, dass diese grosse Resonanzfähigkeit unseres Gehirns die Untersuchung der Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung ausserordentlich erschwert, und wir vermögen uns nur dadurch einigermassen zu helfen, dass wir unter den möglichst einfachen Bedingungen beobachten und nur solche Empfindungen vergleichen, welche unter annähernd gleichen Bedingungen gewonnen wurden. Angewendet auf unsern besondern Fall bedeutet diese Regel, dass wir zunächst nur solche Gesichtsempfindungen mit einander vergleichen sollen, welche in analoger Weise von uns „ausgelegt“ werden. Wir dürfen also, wenn es sich um die Gleichheit oder den Unterschied zweier Helligkeiten oder Dunkelheiten handelt, nicht ein als Licht empfundenes Hell oder ein als Schatten oder Finsterniss empfundenes Dunkel vergleichen mit einem als Körperfarbe empfundenen Weiss, Grau oder Schwarz.

Da es viel schwieriger ist, scharf begrenzte Schatten oder Lichter von beliebiger Form und Helligkeit oder Dunkelheit zu erzeugen, so habe ich die handgreiflichsten Erscheinungen der Induction und des Contrastes auf Grund von Versuchen mit weissem, grauem und schwarzem Papier beschrieben. Aber alle diese Versuche lassen sich auch auf weissen oder grauen Flächen mit Hilfe darauf geworfener Lichter oder Schatten anstellen, und deshalb war es gestattet, Weiss und Hell, Schwarz und Dunkel zunächst als für unsre Versuche gleichwerthig anzusehen, und dies um so mehr, als ich überall das Hauptgewicht auf die im geschlossenen und verdunkelten Auge beobachteten Nachempfin-

dungen gelegt habe, bei welchen es einen Unterschied zwischen Licht, Hell und Weiss, oder zwischen Finster, Dunkel und Schwarz nicht mehr gibt.

Dies alles gilt jedoch nur von den farblosen Empfindungen; denn die Helligkeit oder Dunkelheit einer farbigen Empfindung hängt nicht lediglich von dem Verhältnisse des in ihr mit enthaltenen Schwarz und Weiss ab.

Um Missverständnisse zu vermeiden, war ich zu dieser kurzen und deshalb vielleicht oberflächlich scheinenden Erörterung genöthigt. Der in diesem Paragraphen besprochene Gegenstand erfordert freilich eine viel ausführlichere, gründlichere Besprechung, die ich später auch zu geben gedenke. Hier wollte ich nur meinen Standpunkt in dieser Frage kurz bezeichnen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

X. SITZUNG VOM 16. APRIL 1874.

Herr Custos Th. Fuchs zeigt mit Schreiben vom 5. April seine und seines Assistenten A. Bittner an diesem Tage erfolgte Abreise nach Malta an und erstattet der Akademie seinen Dank für die vielfache Unterstützung seines Unternehmens.

Der ungarische Karpathen-Verein in Kesmark dankt mit Schreiben vom 3. April für einige ihm zugesendete akademische Publicationen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die verschiedene Erregbarkeit functionell verschiedener Nervmuskelapparate", vom Herrn Prof. Dr. Alex. Rollett in Graz.

Diese Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

„Über einige neue Staubfiguren", vom Herrn Dr. V. Dvořák in Prag, eingesendet durch Herrn Regierungsrath Dr. E. Mach.

„Experimenteller Beitrag zur Lehre von der Athembewegung" vom Herrn Prof. Dr. Sigm. Mayer in Prag, eingesendet durch Herrn Prof. Dr. Ew. Hering.

„Über die Reproductions-Organe der Aale", vom Herrn Dr. Syrski in Triest.

„Über neue und ungenügend bekannte Vögel von Neu-Guinea und den Inseln der Geelvinksbai." III. Mittheilung, vom Herrn Dr. Ad. Bernh. Meyer.

„Zur Erklärung der periodischen Änderungen der Elemente des Erdmagnetismus", vom Herrn Dr. J. Odstrčil, Gymnasial-Professor in Teschen.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine Abhandlung des Herrn A. Bittner vor, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss des Erdbebens von Belluno vom 29. Juni 1873."

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 11. April vom Herrn Hofrathe Winnecke in Strassburg gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz legt eine Abhandlung: „Über das Cinchonin", vom Herrn Dr. H. Weidel vor.

Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll."

Herr Dr. C. Toldt, k. k. Regimentsarzt, Prosector und Docent an der Wiener Universität, übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über das Wachsthum der Nieren des Menschen und der Säugethiere".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Copenhague: Mémoires. (Skrifter.) 5me Série. Classe des Sciences. Vol. X, Nrs. 3—6. Copenhague, 1873; 4°. — Bulletin. (Oversigt.) 1873, Nr. 1. Kjøbenhavn; 8°.

Accademia, Reale, delle Scienze di Torino: Memorie. Serie IIda. Tomo XXVII. Torino, 1873; 4°. — Bollettino meteorologico ed astronomico del Osservatorio dell' Università di Torino. Anno VII. 1873. Torino; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte. Philos.-philolog. und histor. Classe. 1873. Heft 4—5; Mathem.-physik. Classe. 1873. Heft 2. München; 8°.

— Koninkl., van Wetenschappen te Amsterdam: Verhandelingen. XIII. Deel. Amsterdam, 1873; 4°. — Verslagen en Mededeelingen. Afd. Letterkunde. II. Reeks. III. Deel; Afd. Natuurkunde. VII. Deel. Amsterdam, 1873; 8°. — Jaarboek. 1872. Amsterdam; 8°. — Processen Verbaal. 1872/3. 8°. — Esseiva, Petrus, *Gaudia domestica. Amstelodami, 1873; 8°.*

American Chemist. Vol. IV, Nr. 9. Philadelphia, 1874; 4°.

Annalen (Justus Liebig's) der Chemie & Pharmacie. N. R. Band 95, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1874; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1874; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nrs. 11—13. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVII (neuer Folge VII), Nr. 3. Wien, 1874; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 7. Wien, 1874; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 13—15. Wien, 1874; 4⁰.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 7. Graz, 1874; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1874, Nr. 5. Wien; 4⁰.

Meyer, Adolf Bernhard, Anthropologische Mittheilungen über die Papuas von Neu-Guinea. I. Äusserer physischer Habitus. Wien, 1874; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1874, 3. Heft. Wien ; 8⁰.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 388e Livraison. Paris, 1874; 4⁰.

Museum of Comparative Zoölogy, at Harvard College: Illustrated Catalogue. Nr. VII. Part III. Cambridge, 1873; 4⁰.

— The Geological, of Calcutta: Memoirs in 8⁰. Vol. X. Part 1. Calcutta, 1873; *Palaeontologia Indica.* (Memoirs in 4⁰.) Ser. VIII. Vol. IV, 3—5; Ser. IX. Vol. I, 1. Calcutta, 1873. — Records. Vol. VI. Parts 1—4. 1873. Calcutta; kl. 4⁰.

Nature. Nrs. 226, 230—232, Vol. IX. London, 1874; 4⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 9. Torino, 1874; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1874, Nr. 5. Wien; 4⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nrs. 39—41. Paris, 1874; 4⁰.

Société de Biologie: Comptes rendus des séances et Mémoires. IIme Série. Tomes I—III. Années 1854—1856. IIIme Série. Tomes III—V. Années 1861—1863. IVme Série. Tomes I—II. Années 1864—1865. Paris, Londres & New-York; 8⁰.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3me Série. 26me Année, 3me & 4me Cahiers. Paris, 1873; 8⁰. — Résumés des travaux de chaque séance. Année 1873. Pages 195—286; Année 1874. Pages 1—80. Paris; 8⁰.

Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2, Vol. XI. August to December 1873; Vol. XII. January 1874. London; 8⁰.

Verein, naturhistorischer, der preuss. Rheinlande und Westphalens: Verhandlungen. XXIX. Jahrgang. (III. Folge: 9. Jahrgang), 2. Hälfte. 1872; XXX. Jahrgang (III. Folge: 10. Jahrgang), 1. Hälfte. 1873. Bonn; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 13—15. Wien, 1874; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXVI. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1874; 4⁰.

Experimenteller Beitrag zur Lehre von den Athembewegungen.

Von Prof. Dr. **Sigmund Mayer,**
Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Prag.

(Mit 4 Tafeln.)

Die Thatsache, dass man durch Reizung gewisser in der Bahn der Nervi vagi verlaufender Fasern einen mehr oder weniger lang andauernden Stillstand des Herzens hervorrufen kann, musste auf den Gedanken führen, die mit dem Herzstillstande einhergehende tiefgreifende Störung in der normalen Blutcirculation methodisch zur Lösung anderer Fragen herbeizuziehen. In der That hat man nun auch den experimentell auf die eben berührte Art hervorgerufenen Herzstillstand mehrfach in dieser Hinsicht verwerthet.[1]

In den nachfolgenden Blättern will ich Versuche beschreiben und erörtern, welche, angestellt unter Zuhilfenahme der durch Vagusreizung hervorgerufenen Herzpause, dazu dienen dürften, über einige Sätze aus der Lehre von den Athembewegungen Licht zu verbreiten.

Die Versuche sind an mit Opium oder Morphium vorsichtig betäubten Hunden angestellt.[2] Herzschlag und Blutdruck sind in bekannter Weise mit dem Kymographion graphisch verzeichnet. Ebenso wurden die Athembewegungen gleichzeitig mit Herzschlag und Blutdruck auf dieselbe berusste Trommel aufgeschrieben und zwar unter Anwendung verschiedener Methoden.

---

[1] Vergl. u. a. Brunner, Untersuchungen über die mittlere Spannung im Gefässsystem, Inauguraldissertation (unter Ludwig's Leitung). Zürich 1854.

Hafiz, Ueber die motorischen Nerven der Arterien, die innerhalb der quergestreiften Muskeln verlaufen, in Ber. der kön. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. 1870. pag. 215.

[2] Es ist für das Gelingen der zu beschreibenden Versuche wichtig, dass die Thiere narcotisirt sind. Ohne Narcose treten während des Herzstillstandes und nach demselben äusserst stürmische Reactionen auf, welche

Das Wesentliche der später zu beschreibenden Erscheinungen erhält man schon ganz deutlich auf der Curve ausgedrückt, wenn man eine Glascanüle, die durch einen Kautschukschlauch mit der Marey'schen Trommel in Verbindung steht, in ein Nasenloch des Versuchsthieres einführt.

Zweitens kann man den einen Schenkel einer in die Trachea eingeführten ⊤förmigen Canüle mit dem Marey'schen Kardiographen in Communication setzen. Endlich erschien es mir zweckmässig, die Athmung so zu verzeichnen, dass man Aufschluss erhielt über die ganzen Werthe der Druckschwankungen im Thorax. Um dies zu erreichen, liess ich das Versuchsthier, nach dem Vorgange von Kratschmer[1] aus einem geschlossenen Luftraume athmen, der auf der einen Seite durch den einen Schenkel einer Trachealcanüle mit den Luftwegen, auf der anderen Seite mit dem Marey'schen Cardiographen in Verbindung stand.

Da ich einen im Verhältniss zur Grösse des Thieres ansehnlichen Luftraum benützte und weiterhin jedes enge Schaltstück vermied, indem ich den weiten Hals der Athemflasche durch ein weites Kautschukrohr mit der Canüle verband, so wurde das Thier im respiratorischen Gaswechsel so gut wie gar nicht alterirt. Zudem macht der Versuch das Athmen des Thieres aus der Flasche nur während eines sehr kurzen Zeitraumes erforderlich, so dass die Vortheile dieser Versuchsanordnung die schon von Kratschmer hervorgehobenen Nachtheile derselben aufwiegen.

Die Reizung des Nervus vagus wurde durch Inductionsströme bewerkstelligt, die von einem mit zwei Daniell'schen Elementen in Gang gesetzten Du-Bois'schen Schlittenapparat geliefert wurden. Der Moment der Nervenreizung und andere während des

---

offenbar von sehr starken Erregungen derjenigen Theile des Grosshirns herrühren, welche durch die Narcose ausser Function gesetzt werden. Es muss aber auch darauf geachtet werden, dass dem Versuchsthiere nicht allzu grosse Dosen Opium einverleibt werden, wodurch leicht Alterationen in den Functionen des Athemcentrums gesetzt werden, welche die Prägnanz der Resultate beeinträchtigen können.

[1] Vergl. diese Sitzungsberichte Bd. 62, Jahrg. 1870: Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf.

Versuches vorgenommene wesentliche Eingriffe wurden elektromagnetisch auf der Tafel angemerkt.

Cardinalbedingung für das Gelingen der zu beschreibenden Versuche ist die, dass man durch Vagusreizung einen zum mindesten 8—10″ andauernden Herzstillstand erzielen kann. Es kommt, wenn auch nur selten, vor, dass ein Thier sowohl auf eine einseitige als auch doppelseitige Vagusreizung keinen Stillstand des Herzens, sondern nur starke Pulsverlangsamung zeigt. Solche Thiere zeigen nur Andeutungen der alsbald zu beschreibenden Erscheinungen und sind desshalb für unsere Zwecke nicht tauglich.

Da übereinstimmende Untersuchungen der letzten Zeit ergeben haben, dass die im Vagus verlaufenden hemmenden Fasern für das Herz auch bei Säugethieren ungleich auf die Nervenstämme der rechten und linken Seite vertheilt sind [1], gewöhnlich in der Art, dass vom Nervus vagus der rechten Seite eine stärkere hemmende Wirkung erzielt werden kann, so dürfte es räthlich erscheinen, die Reizung immer zuerst am Nerven der rechten Seite vorzunehmen.

Ich werde nun zuerst die hier in Frage kommenden Erscheinungen in den verschiedenen Formen ihres Auftretens beschreiben, um sodann eine nähere Analyse derselben vorzunehmen.

Reizt man den Halsvagus bis zum vollständigen Herzstillstand, so werden, während der completen Herzpause, die Athemzüge rascher und tiefer. Unterbricht man nun plötzlich die Reizung, so dass mit den wiederkehrenden normalen Herzcontractionen der Blutdruck rasch wieder der vor der Reizung bestandenen Höhe zustrebt, so reiht sich an die vorher beobach-

[1] Vergl. in dieser Beziehung die Angaben von Masoin, Différences entre le nerf pneumogastrique droit et le nerf pneumogastrique gauche pour leur action suspensive sur le cœur in Bulletin de l'academie royale de médecine de Belgique, tome VI, citirt nach Centralblatt für die medicin. Wissenschaften, 1872, pag. 671.

Von Arloing und Tripier: Contributions à la physiologie des nerfs vagues in Archives de physiologie normale et pathologique, 1872, pag. 588.

Von Knoll: Ueber die Veränderungen des Herzschlages bei reflectorischer Erregung des vasomotorischen Nervensystems etc. in diesen Sitzungsberichten, Bd. 66, Juli 1873.

teten tiefen und raschen Athmungen ein vollständiger Stillstand der Athmung an, der unter günstigen Verhältnissen bis zu einer halben Minute andauern kann.

Macht man die Vagusreizung von so langer Dauer, dass das Herz wieder spontan, wenn auch seltener als vor der Reizung, zu schlagen beginnt, so sieht man, wie die während des Herzstillstandes rasch und tief ablaufenden Athembewegungen mit dem Wiederbeginne der Pulsationen entweder durch längere Pausen von einander getrennt werden oder vollständiger Athemruhe Platz machen.

Unterbricht man die Vagusreizung nach kurzdauerndem Stillstande des Herzens, so dass eine Serie rascher Pulse erfolgt, um alsdann durch Wiederaufnahme der Reizung einen erneuten Herzstillstand hervorzurufen, so schliesst sich jedesmal an die Perioden der wiederbegonnenen Herzpulsationen eine längere Pause in den Athembewegungen an.[1]

Diese Versuche werden in ihrem Ergebniss nicht wesentlich alterirt, wenn, ausser dem Nervus vagus, an welchem die Reizung vorgenommen wird, auch der Vagus der anderen Seite durchschnitten wird.

Wir haben bei der Schilderung der in Rede stehenden Phänomene nur von einem Stillstand der Athembewegungen gesprochen. Es ist für die Beurtheilung des Stillstandes aber wesentlich, zu wissen, ob derselbe in Inspirations- oder in Exspirationsstellung des Thorax erfolgt. Die directe Inspection des Thorax sowohl als auch die verschiedenen Methoden der graphischen Aufzeichnung der Athembewegungen ergeben das Resultat, dass der Athmungsstillstand in Exspirationsstellung resp. Ruhestellung des Brustkastens erfolgt. Hiermit im Einklange steht das Ergebniss der Beobachtung über die Art und Weise, wie der Wiederbeginn der Athmung sich abspielt. Es tritt nämlich das Thier aus dem Athmungsstillstande mit einer Inspirationsbewegung heraus.

---

[1] Die dieser Arbeit beigegebenen Curven, welche genaue Copien der Originale sind, werden diese Versuchsergebnisse noch besser übersehen lassen. Bei der Erklärung der Tafeln werde ich noch auf mehrere bei den Versuchen zur Beobachtung kommende Einzelnheiten zurückkommen.

Was nun die Erklärung der beschriebenen Erscheinungen betrifft, so lässt sich dieselbe aus einer Reihe einfacher Betrachtungen, die in vollständigem Einklange mit sichergestellten Erfahrungen stehen, ableiten.

Durch den Herzstillstand sistiren wir die Blutzufuhr zum Athemcentrum im Hirn und das daselbst nun stagnirende Blut erregt durch seine successive Verarmung an Sauerstoff dieses Centrum stärker, so dass raschere und tiefere Athemzüge erfolgen (Dyspnoe).

Diese tiefen und raschen Athemzüge werden aber offenbar der in den Lungen befindlichen Blutmenge zu Gute kommen in der Art, dass das stagnirende Blut die Arterialisation in weit höherem Grade erfährt, als wir sie durch rasche und ausgiebige Einblasungen von Luft mit dem Blasebalge zu erzielen im Stande sind. Indem nun das Herz mit dem Wiederbeginne seiner Thätigkeit einen Strom hocharteriellen Blutes in das Hirncentrum für die Athembewegungen schleudert, wird das letztere von einem Strome von Blut durchflossen, welches, nach bekannten Erfahrungen, nicht im Stande ist, Athembewegungen auszulösen.

Der Athemstillstand stellt also nichts anderes dar, als eine Apnoe, wie sie bis jetzt, so weit ich finde, nur durch künstliche Lufteinblasungen mit dem Blasebalge hervorgerufen werden konnte.

Die von mir in vorstehenden Zeilen geschilderte Methode, Apnoe zu erzeugen, hat aber, wie man wohl zugeben wird, vor der allgemein gebräuchlichen nicht unwesentliche Vorzüge. Der gerade nicht sehr elegante Eingriff der lange fortzusetzenden energischen Blasebalgarbeit wird dabei vollständig umgangen. Durch den einfachen Kunstgriff des Herzstillstandes durch Vagusreizung versetzen wir das Thier in einen Zustand, in dem es successive, vermöge seiner eigenen vitalen Functionen, sein Blut derart verändert, dass das Athemcentrum aus dem Zustand der Eupnoe in denjenigen der Dyspnoe und schliesslich in den der Apnoe übergeht. Wir haben ausserdem bei der beschriebenen Methode, ein Thier apnoisch zu machen, noch den günstigen Umstand hervorzuheben, dass die von dem wechselnden Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Blutes bedingten Thätigkeitsäusserungen des cerebralen Athemcentrums auf einen relativ kurzen Zeitraum zusammengedrängt erscheinen.

Indem wir nun dazu übergehen, die Beweise für die eben ausgeführte Erklärung der beschriebenen Versuche zu liefern, dürfte es wohl überflüssig erscheinen, länger bei dem Phänomen zu verweilen, dass, unter dem Einflusse der sistirten Blutcirculation, die dyspnoischen Athembewegungen auftreten. In dieser Beziehung mag einfach daran erinnert werden, dass der complete Herzstillstand in seinen Folgen identisch ist mit der Verschliessung aller zum Hirn führenden arteriellen Blutbahnen, wie dieselbe von Kussmaul und Tenner, von Rosenthal u. A. ausgeführt wurde.

Die oben aufgestellte Behauptung, dass der von uns beobachtete Athemstillstand eine Apnoe darstellt, producirt durch einen das cerebrale Centrum der Athembewegungen durchfliessenden Strom hocharteriellen Blutes, lässt sich nun noch weiterhin durch nachfolgende Betrachtungen und Versuche evident machen.

Wenn man während des Herzstillstandes verhindert, dass die dyspnoischen Athembewegungen das in den Lungen stagnirende Blut hocharteriell machen, so muss natürlich, da nun die wieder beginnende Herzthätigkeit ein in sehr hohem Grade venöses Blut in das Athemcentrum treibt, der beschriebene Effect ausbleiben. Dies beobachtet man nun wirklich; lässt man das Thier während des Herzstillstandes nicht aus der freien athmosphärischen Luft, sondern aus einem geschlossenen Luftraume durch enge, den Gaswechsel erschwerende Verbindungsstücke athmen, so bleibt der Athemstillstand aus und es dauern statt dessen die dyspnoischen Erscheinungen fort. Denselben Effect erzielt man, wenn man während des Herzstillstandes die Trachea verschliesst.

Es sind weiterhin die Einwände in Betracht zu ziehen, welche darauf hinausgehen könnten, die beschriebene Apnoe nicht sowohl auf die directe Beeinflussung des Athemcentrums durch Blut von hocharterieller Beschaffenheit, als vielmehr auf veränderte reflectorische Einwirkungen auf dieses Centrum durch von der Peripherie hergeleitete Erregungen zu schieben. Insbesondere können hier die Erregungen ins Spiel kommen, welche nach Hering's und Breuer's Ermittelungen durch den wechselnden Ausdehnungsgrad der Lungen gesetzt und in der

Bahn der Nervi vagi fortgeleitet werden.[1] Es wäre daran zu denken, dass der von uns beobachtete Athemstillstand in einem durch die bedeutenden Störungen in der normalen Circulation hervorgerufenen veränderten Spiele des erwähnten Mechanismus begründet sein möge. Bezüglich dieses Punktes verweise ich einfach auf das oben erwähnte Versuchsresultat, dem zufolge der Ablauf der Erscheinungen durch die Durchschneidung auch des zweiten Nervus vagus nicht geändert wird. Ausserdem ist zu bemerken, dass aus dem durch starkes Aufblasen der Lungen reflectorisch erzeugten Athemstillstande das Thier mit einer Exspirationsbewegung heraustritt, während, wie oben bemerkt, die in Rede stehende Athempause ihr Ende mit einer Inspiration nimmt.

Nach alledem dürfte wohl kein Zweifel mehr darüber obwalten, dass es gelingt, durch den veränderten Gasgehalt einer Blutmenge, welche während eines durch Vagusreizung hervorgerufenen Herzstillstandes in den Lungen stagnirt und dort durch die gleichzeitig erfolgenden dyspnoischen Athembewegungen einen energischen Gaswechsel erfährt, den Zustand der Apnoe herbeizuführen.

Aus den Resultaten der mitgetheilten Versuche ergibt sich eine weitere Bestätigung der besonders von Rosenthal aufgestellten und begründeten Theorie, der zufolge der primäre Anstoss für die Athembewegungen hauptsächlich gegeben ist in dem Gasgehalte des Blutes, welches das cerebrale Centrum für die Athembewegungen durchfliesst. Im Widerspruche mit diesen von Rosenthal besonders scharf formulirten Anschauungen über die Ursachen der Athembewegungen und insbesondere über das Wesen der Apnoe haben Sanders-Ezn[2] und Brown-Séquard[3] die Ansicht neuerdings vertreten, dass die

[1] Diese Sitzungsberichte: Hering, Selbststeuerung der Athmung durch den Nerv. vagus, Bd. 57, u. Breuer, über denselben Gegenstand, Bd. 58, 1868

[2] Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1871, pag. 511. Jets over apnoe en dyspnoe. Maandblaad voor naturwetenschappen 1870/71. Das Original war mir nicht zugänglich.

[3] Archives de physiologie norm. et pathol. 1872, pag. 204. Note sur un moyen de produire l'arrêt d'attaques épileptiques etc. etc.

Integrität der Nervi vagi eine unerlässliche Bedingung für das Zustandekommen der Apnoe bilde. Die Unhaltbarkeit einer solchen Auffassung haben nun meine Versuche, in denen Apnoe, auch bei durchschnittenen Nervis vagis, beim Hunde wenigstens, mit Leichtigkeit erzielt werden konnte, zweifellos dargethan.

Dass aber auch beim Kaninchen Apnoe hervorgerufen werden kann, wenn beiderseits der in der Bahn der Nervi vagi gegebene Zusammenhang zwischen den Lungen und dem Athemcentrum vollständig aufgehoben worden ist, hat Filehne[1] in besonders auf diesen Punkt gerichteten Versuchen nachgewiesen. Doch verhehlt dieser Autor nicht, dass es bei durchschnittenen Nervis vagis viel schwieriger als bei unversehrten Nerven gelingt, durch künstliche Lufteinblasungen den Zustand der Apnoe hervorzurufen; ähnliche Erfahrungen sind in unserem Laboratorium gelegentlich anderer Untersuchungen mehrfach gemacht worden.

Filehne hat über die Ursachen dieser Erscheinung keine weiteren Versuche angestellt, sondern nur einige Vermuthungen über die allenfalls hier in Betracht kommenden Verhältnisse mitgetheilt. So hat er u. a. darauf hingewiesen, dass in dem Umstande der veränderten Circulation des Blutes durch die Lungen, welche nach beiderseitiger Vagusdurchschneidung auftritt, eine Bedingung gegeben sein dürfte, welche der zur Production einer Apnoe nothwendigen sehr vollständigen Arterialisation des Blutes nicht eben günstig sei.

Die von mir mitgetheilten Versuchsergebnisse haben nun directe Anhaltspunkte für die allenfalsige Zulässigkeit einer solchen Annahme geliefert, insofern sie unzweideutig lehren, dass, bei ausgiebigen Athembewegungen, das in den Lungen stagnirende oder mit geringer Stromgeschwindigkeit in derselben kreisende Blut eine für die Herbeiführung einer Apnoe hinreichende Ventilation, d. h. Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure erfährt. Es müsste also möglich

---

[1] Du Bois-Reymond's und Reichert's Archiv für Anatomie und Physiologie 1873, pag. 361: Über Apnoe und die Wirkung eines energischen Kohlensäurestromes auf die Schleimhäute des Respirationsapparates etc. etc.

sein, bei künstlicher Verlangsamung des Lungenkreislaufes, hergestellt durch künstliche Erregung der Herzhemmungsfasern der Nervi vagi, auch bei Durchschneidung dieser Nerven durch Lufteinblasungen vermittelst des Blasbalges Apnoe mit Leichtigkeit hervorzurufen.

Die experimentelle Prüfung dieses Schlusses muss ich verschieben, bis mir eine hinreichende Anzahl der zu dieser Versuchsreihe nothwendigen grossen Kaninchen zu Gebote stehen wird.

Wenn auch in der vorstehenden Mittheilung keine absolut neuen Facta und Ansichten producirt worden sind, so hielt ich dieselbe doch aus mehrfachen Gründen der Veröffentlichung werth. Erstlich wird aus derselben ersichtlich, dass die experimentell herbeigeführte Veränderung in der Stromgeschwindigkeit des durch die Lungen circulirenden Blutes mannigfach in Anwendung gezogen werden kann, um den Gasgehalt des Blutes in gewissen Grenzen nach Willkür zu reguliren. Zweitens folgt hieraus, dass bei allen Versuchen über Athembewegungen es unumgänglich nothwendig erscheint, über die Thätigkeit des Herzens eine genaue Controle zu besitzen, um im Stande zu sein, die durch Veränderungen in der Blutcirculation gesetzten Alterationen der Athembewegungen von den durch anderweitige Eingriffe (Nervenreizungen etc.) herbeigeführten zu unterscheiden.

Endlich glaube ich, dass die oben auseinandergesetzten Vorzüge, welche die erörterte Methode, ein Thier apnoisch zu machen, vor der allgemein gebräuchlichen besitzt, unsere Versuche in hohem Grade zu sehr instructiven Vorlesungsversuchen geeignet machen. Wenn auch für diesen Zweck die Anwendung der graphischen Methoden, in der Art, dass Herzschlag und Blutdruck einerseits und die Athembewegungen andererseits zu gleicher Zeit aufgezeichnet werden, die schlagendsten Resultate ergibt, so lässt sich doch auch mit einfacheren Hilfsmitteln ausreichen. So genügt es z. B., nur den Blutdruck und Herzschlag kymographisch zu registriren, um in den Fällen, in denen die normalen Respirationsschwankungen des Blutdruckes gut ausgeprägt sind, die Veränderungen in den Athembewegungen resp. die Athempause ganz deutlich zu übersehen.

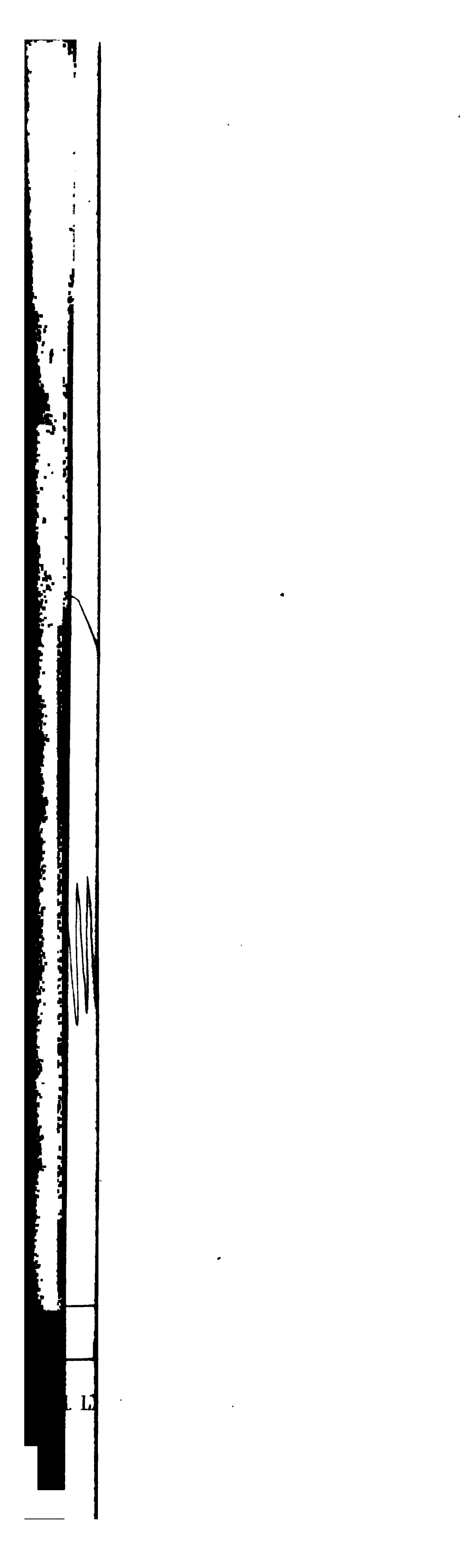
Die einschlägigen Erscheinungen kann man auch einer grösseren Anzahl von Zuhörern durch Einsenken einer Jung'-

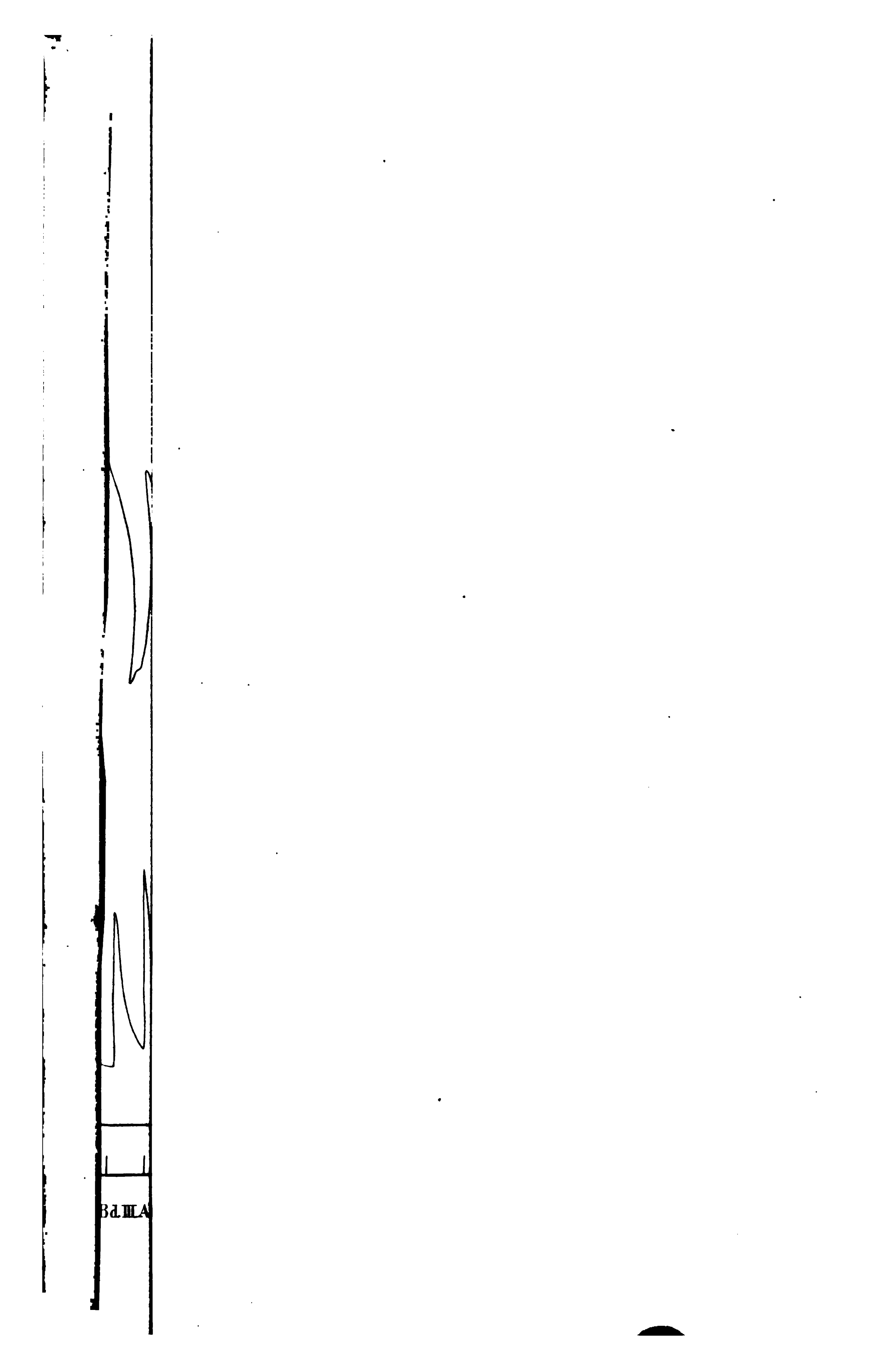
schen Nadel in das Herz zeigen. Hiebei sieht man sehr deutlich, wie mit dem Einbrechen der starken Reizung der Herzhemmungsfasern die kleinen den Herzcontractionen entsprechenden Excursionen der Nadel verschwinden, wie alsdann, mit zunehmender Verarmung des Hirnblutes an Sauerstoff, die grossen Athemexcursionen der Nadel rascher und ausgiebiger werden (Dyspnoe), um endlich, mit dem Wiederbeginn der Herzpulsationen, das gerade entgegengesetzte Verhalten zu bieten — Verschwinden der grossen Athemexcursionen und alleiniges Auftreten der kleinen, den Herzbewegungen entsprechenden Schwingungen (Apnoe).

Was die Literatur des in diesen Zeilen besprochenen Gegenstandes betrifft, so ist die während des Herzstillstandes in Folge der Vagusreizung auftretende Dyspnoe früheren Forschern nicht entgangen. Dagegen ist die der Dyspnoe sich anschliessende Apnoe, so weit ich finde, bis jetzt noch von keinem Beobachter beschrieben worden.

Die von Brunner[1] angeführte Beobachtung: „Die Beruhigung des Brustkastens erfolgte durch die Durchschneidung des Vagus. Dadurch wurden die Athemzüge sehr verlangsamt, und noch mehr — was ich mir nicht erklären kann — durch Reizung des unteren Stückes; während derselben war gewöhnlich keine Athembewegung bemerkbar, das Thier machte zu Anfang der Reizung eine heftige Inspiration, in welcher es während der ganzen Reizung verharrte“ — sowie die Angaben von Arloing und Tripier[2] über Veränderungen in den Athembewegungen auf Reizung des peripherischen Stückes des durchschnittenen Vagus haben mit den von mir beschriebenen Erscheinungen nichts zu thun. Es bleibt abzuwarten, ob Arloing und Tripier[3] gerade letztere im Auge gehabt haben, wenn sie schreiben: „D'un autre côté, nous espérons prouver plus loin que le bout périphérique des vagues peut réagir, par une autre voie, sur les muscles de la respiration.“

[1] l. c. pag. 10.
[2] l. c. pag. 738.
[3] l. c.





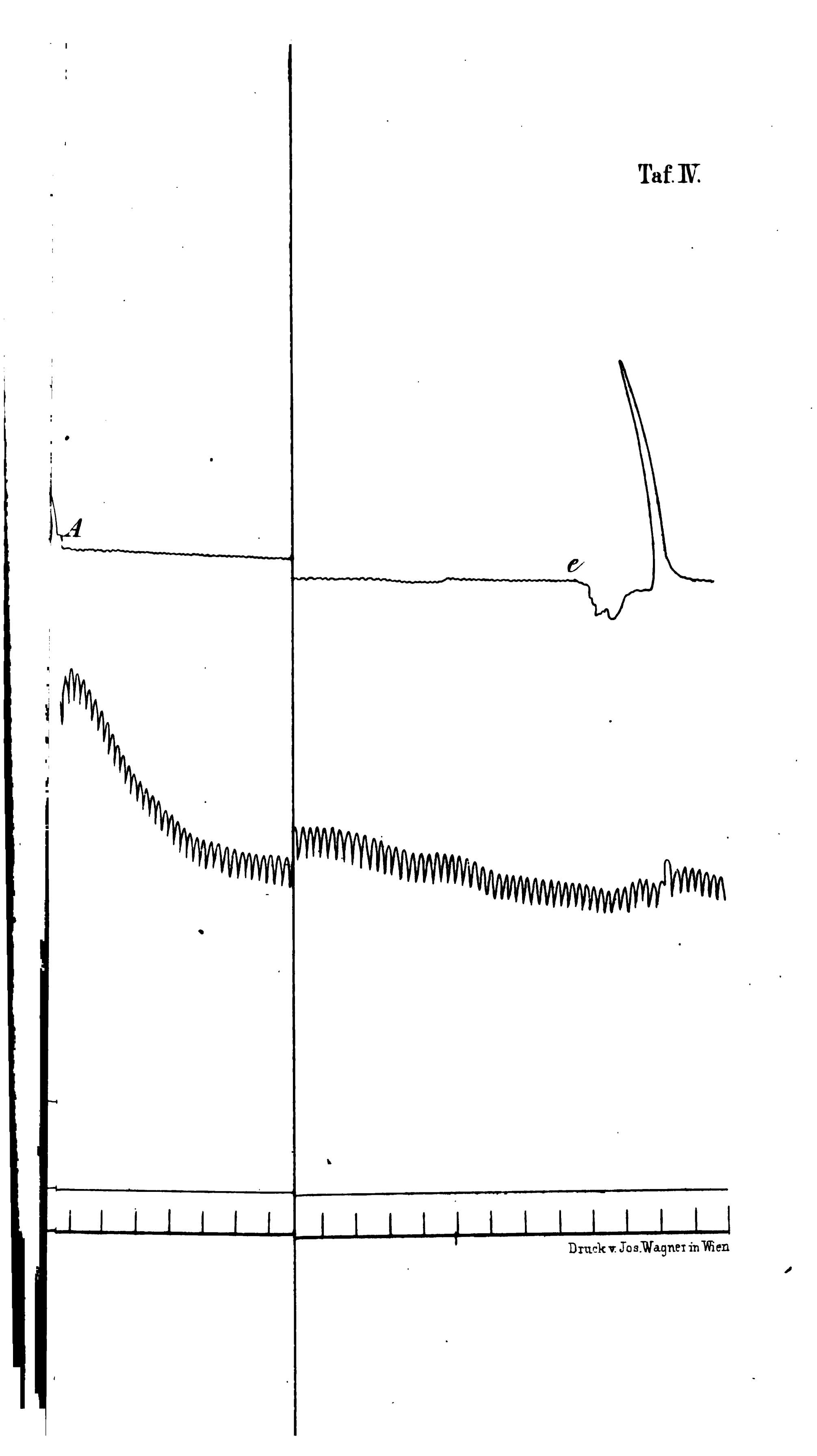
ngsb. der

Taf. III.



Druck v. Jos. Wagner in Wien

Taf. IV.



Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Curven stammen von Hunden, welche durch Injection von Opium in die Vena cruralis narcotisirt worden waren. Die Manometer zur Registrirung des Herzschlages und Blutdruckes waren durch eine endständige Canüle mit der Arteria cruralis in Verbindung.

Die Nulllinien des Blutdruckes sind, da der absolute Druck im vorliegenden Falle nicht in Betracht kommt, weggelassen.

Die Vagusreizungen sind alle am Nerven der rechten Seite vorgenommen. Wo die Respirationscurven auf der Höhe der Inspiration ein Aussehen zeigen, wie an den auf Curve 1 mit * bezeichneten Stellen, da ist dies darauf zu beziehen, dass der Schreibhebel des Kardiographen, welcher auf so grosse hier zur Beobachtung kommende Druckschwankungen nicht berechnet ist, auf den Messingrand der Trommel desselben aufzuliegen kam.

Der Nerv. vagus der linken Seite war ebenfalls durchschnitten.

Die Zeitmarken auf der unteren Horizontallinie sind Doppeltsecunden.

Auf allen Curventafeln zeigt die mit *R* bezeichnete Curve die Athembewegungen, die mit *C* bezeichnete Herzschlag und Blutdruck.

Curve I. Das Thier athmet aus einem geschlossenen Luftraume, welcher mit dem Marey'schen Kardiographen in Communication steht.

Herzschlag und Blutdruck sind mit dem Federmanometer aufgezeichnet, *VR* die starke Vagusreizung; auf der Blutdruckcurve prägen sich auch bei I, II, III die Athembewegungen aus. Man erkennt an der Curve der Athembewegungen den dyspnoischen Charakter derselben während der Herzpause. *Ae* die mit dem Wiederbeginne der Herzthätigkeit auftretende Apnoe. In der Nähe von *A*, im Beginne der Apnoe, prägen sich auch die Herzschläge aus. An der Curve des Blutdruckes vermisst man von *R* bis *J* die respiratorischen Schwankungen des arteriellen Druckes, bis dieselben mit dem Wiederbeginne der Athmungen bei J_{I} und J_{II} wieder zum Vorscheine kommen.

Curve II. Die Bezeichnungen wie in Curve I. Die Herzschläge sind während der Apnoe (*Ae*) sehr deutlich ausgeprägt.

Curve III. Die Bezeichnungen wie in Curve I und II. Die Apnoe tritt auf, während, bei fortgesetzter Reizung des Nerv. vagus, das Herz wieder begonnen hat, seltene Pulsationen auszuführen.

Curve IV. Die Athembewegungen sind mit dem Marey'schen Kardiographen, auf welchen, da der eine Schenkel der Trachealcanüle offen war, nur ein Theil des Athemdruckes wirkte, verzeichnet. Der Herzschlag und Blutdruck sind mit dem Quecksilber-Manometer registrirt. Die Bezeichnungen *Ae* und *VR* wie in Curve I, II, III. Es sind in Intervallen fünf Vagusreizungen vorgenommen.

Untersuchungen über das Wachsthum der Nieren des Menschen und der Säugethiere.

Von Dr. C. Toldt.

(Mit 1 Tafel.)

Unsere Kenntnisse über die erste Anlage der bleibenden Nieren scheinen insoweit gesichert, als alle neueren Forscher darin übereinstimmen, dass dieselben in Form einer Ausstülpung des untersten Endes des Wolff'schen Ganges entstehen. Nachdem Kupffer dies zuerst für Schafs-Embryonen, dann für das Hühnchen festgestellt hatte, folgten bald Bestätigungen dieser Thatsache von Seite Bornhaupt's, Rosenberg's und in besonders schlagender Weise durch Waldeyer. Auch darüber findet sich kein Widerspruch, dass diese Ausstülpungen an der Basis der Plica urogenitalis (Waldeyer) nach vornehin als „Nierencanal“ (Kupffer) fortwachsen und mit ihren blinden Enden zu beiden Seiten der Aorta, zwischen Wolff'schem Körper und hinterer Rumpfwand die eigentliche Nierenanlage bilden. Alle stimmen ferner darin überein, dass das blinde Ende des Nierencanals sich hier verdickt und Hohlsprossen treibt, dass so die Bildung des Nierenbeckens zu Stande kommt.

Von hier an jedoch divergiren die Ansichten insoferne nicht unbedeutend, als man einerseits durch einfache Verlängerung der bestehenden Hohlsprossen die weitere Entwicklung der Harnkanälchen vor sich gehen lässt (Waldeyer und Dursy für Säugethiere, Wittich für die Batrachier), während Kupffer (für Schafe), Bornhaupt (Hühnchen), Rosenberg (Knochenfische), Götte (Bombinator igneus) und Thayssen eine isolirte Entstehung der Harncanälchen in der Niere beobachtet haben, wobei sich erst später in allerdings noch unermittelter Weise die Verbindung derselben mit dem Nierenbecken herstellen würde.

Dieser Streitpunkt scheint mir zunächst ins Auge gefasst werden zu sollen, wenn man das Wachsthum der Niere verfolgen will. Denn wäre schon in der ersten Anlage ein isolirtes Entstehen von Harncanälchen entweder in ihrer Totalität oder in einzelnen ihrer Abschnitte nachgewiesen, so würden wir auch mit Wahrscheinlichkeit darauf rechnen können, ähnliches Vorkommen unter den späteren Wachsthums-Erscheinungen ebenfalls noch zu finden. Prüfen wir daher zunächst, was von den genannten Autoren an Beobachtungen und an Beweismateriale für beide Anschauungen beigebracht wird.

Kupffer[1] beschreibt an einem Schaf-Embryo von 15 Mm. Länge, wie der Hohlraum des Nierenbeckens in vier abgeschlossene Arme getheilt ist, während im Innern der Nierensubstanz solide Zellenbalken sichtbar werden, welche scharf von den ersteren abgesetzt erscheinen. Kupffer sagt, kein Umstand deute darauf hin, dass letztere Gestaltung von der Wandschichte des Hohlraumes, etwa als solide Zellenzapfen, herstamme, im Gegentheil sei durchgehends scharfe Abgrenzung wahrnehmbar. Jedoch müsse man Embryonen von dem oben bezeichneten Alter zur Untersuchung benützen, denn schon sehr bald werde das Bild durch die vielfachen Windungen der Canälchen getrübt. Endlich sagt Kupffer: „So bestimmt ich mich auch für eine isolirte Entstehung der zuerst auftretenden Harncanälchen erklären muss, darf ich andererseits die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass ein etwa vorhandenes zweites System von Canälchen einen Ursprung nehme, der von der für das erstere geltenden Weise abweiche.“ Für das Hühnchen[2] spricht sich Kupffer nicht bestimmt aus.

Bornhaupt[3] beschreibt an Hühnchen die ersten Sprossenbildungen in derselben Weise wie Remak (siehe unten), fügt aber hinzu, dass in der unmittelbaren Umgebung dieser ersten Sprossen sich rundliche Zellengruppen bilden, innerhalb deren

---

[1] Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtssystems. M. Schultze's Arch. f. m. Anat. Bd. I, pag. 244.

[2] M. Schultze's Arch. Bd. II, pag. 473.

[3] Untersuchungen über die Entwicklung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. Riga 1867. (Dorpater Inaug. Diss.) pag. 42.

sich alsbald eine Höhlung entwickelt, welche mit der Lichtung einer primären Sprosse zusammenfliesst und so zu einem secundären Aste des Nierenkanals wird. Er betont die Übereinstimmung seiner Beobachtung mit der Kupffer's und bezeichnet die auch schon von Remak gesehene Sprossenbildung nur als Anlage des Nierenbeckens.

Rosenberg[1] schliesst sich für die Niere der Teleostier vermuthungsweise der Kupffer'schen Ausführung an.

Götte[2] beschreibt in ganz analoger Weise den Vorgang bei Bombinator igneus, indem er Harncanälchen und Gefässknäuel aus einer gemeinsamen, vom Urnierengange (welcher bei den Batrachiern zum bleibenden Harnleiter wird) durchaus gesonderten Anlage hervorgehen lässt, wobei erst später die Verbindung beider (wie?) zu Stande kommt.

Thayssen[3] theilt als Resultat seiner Untersuchungen an Säugethier- und Hühner-Embryonen mit, dass die Sammelröhren und Schaltstücke durch hohlsprossenartige Ausstülpungen vom Nierencanalsystem entstehen, die Malpighi'schen Körperchen jedoch mit den gewundenen Canälchen und den Henle'schen Schleifen sich selbstständig aus soliden Zellenballen entwickeln. Die Begründung dieser Angaben, als einer vorläufigen Mittheilung, ist noch ausständig.

Dieser Gruppe von Forschern stehen gegenüber alle älteren Autoren, an der Spitze derselben J. Müller,[4] welcher die eine Linie lange Niere eines Schafftötus zeichnet, und im Texte die Herkunft aller Harncanälchen aus dem Hilus beschreibt.

Remak[5] betont die Ähnlichkeit der Bildung der Nieren mit der der Lunge und bezieht die Entwicklung der Harncanälchen einzig und allein auf Verästigung und Verlängerung der

---

[1] Untersuchungen über die Entwickelung der Teleostierniere. Dorpat 1867. Diss. pag. 74.

[2] Untersuchungen über die Entwicklung des Bombinator igneus. Archiv f. mikr. Anat. V. Bd. pag. 108.

[3] Die Entwicklung der Nieren. Vorl. Mitth. Centralbl. 1873. Nr. 38.

[4] *De glandularum secernentium structura.* Lipsiae 1830. pag. 94.

[5] Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855. pag. 121.

hohlen Sprossen aus der ersten röhrenförmigen Anlage der Niere (Hühnchen).

Rathke[1] und Kölliker[2] beschreiben die Anlage der Harncanälchen fast übereinstimmend so, dass aus den Anlagen der Nierenkelche (hohle Ausbuchtungen des Harnleiters) solide Zellensprossen in rascher Folge entstehen, fortwuchern und sich verästigen und dann erst von dem Nierenkelche aus hohl werden. Indem aus den soliden Enden dieser Canälchen die Malpighi'schen Körperchen hervorgehen, ist das Harncanälchen in seiner ganzen Continuität aus dem Epithel des Nierenbeckens hervorgegangen. Dasselbe hatte v. Wittich[3] für die nackten Amphibien berichtet.

Hieran reiht sich die von Dursy[4] mitgetheilte Untersuchung eines einzölligen Rindsfötus, welcher ich Folgendes entnehme. Durch Isolation mit Salzsäure zeigt es sich, dass die von dem Harnleiter abgehenden Stämmchen der Harncanälchen kurze, gerade, oder bei grösserer Länge gewundene Seiten- und Endäste abgeben, welche mit kugeligen oder birnförmigen Anschwellungen enden. Die letzteren, solide, aus Zellen bestehende Gebilde, aus welchen die Malpighi'schen Körperchen hervorgehen, zeigen schon stellenweise die Blutgefässe des Glomerulus differenzirt.

Neuerdings schliesst sich Waldeyer[5] dieser Reihe von Forschern an, indem er die continuirliche Fortentwicklung der Harncanälchen aus dem „Nierencanal" durch Hohlsprossenbildung gegenüber Kupffer's Erfahrungen festhält.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung ergibt sich, dass die bisherigen Untersuchungen über die fragliche Angelegenheit zu ziemlich differenten Ergebnissen geführt haben. Was meine

---

[1] Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Leipzig 1861. pag. 170.

[2] Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Leipzig 1861. pag. 433.

[3] Beiträge zur morph und histol. Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der nackten Amphibien. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. IV. Band. pag. 131.

[4] Über den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugethiere. Vorl. Mitthlg. in der Zeitschrift f. rat. Med. 3. R. 23. Band. pag. 257.

[5] Eierstock und Ei. Leipzig 1870. pag. 132.

eigene Anschauung betrifft, so muss ich mich entschieden den letztgenannten Forschern an die Seite stellen, da ich mir die volle Überzeugung verschafft habe, dass an keinem Punkte der Harncanälchen eine Discontinuität in der Entwicklung besteht. Wenn ich mir erlauben darf, meine Vermuthung über den Grund der gegentheiligen Ansicht Kupffer's auszusprechen, so geht dieselbe dahin, dass das einseitige Studium von (horizontalen) Querschnitten der Nierenanlage, wie es der zunächstliegende Vorwurf seiner Untersuchung mit sich brachte, zu dieser Täuschung den Anlass geboten haben mag, umsomehr, als aus den Mittheilungen keines der ihm zustimmenden Forscher hervorgeht, dass andere Methoden in Verwendung gekommen wären.

Solche Querschnitte sind allerdings nicht geeignet, für sich allein eine erschöpfende Anschauung über die Art der ersten Bildung der Harncanälchen zu verschaffen. Ganz klar liegen hingegen die Verhältnisse sofort, wenn man die möglichst junge Nierenanlage eines Säugethierfötus als Ganzes auf das Objectglas bringt. Ich benützte zu dem Ende Katzen-Embryonen von 13 Mm. Länge (von der Nackenkrümmung bis zum Schwanzansatze gemessen), welche in Weingeist mässig erhärtet waren. Mit Hilfe der Lupe wurde die etwa 0·5 Mm. grosse Nierenanlage, welche als bohnenförmiges, grauweisses, hinter dem Wolff'schen Körper, knapp an der Aorta gelegenes Knötchen erkennbar war, aufgesucht. Nach der Herausnahme wurde dieselbe mit Hämatoxylin oder Carmin gefärbt, mit Terpentinöl durchsichtig gemacht und als Ganzes auf den Objectträger gebracht.

Es zeigte sich nun bei geeigneter Lage des Objectes auf das klarste, wie der Nierencanal unter scharfer Biegung in das Innere des Knötchens eindringt, wie dort seine Epithellage sich zur Wandung einer nach der Längsrichtung des Knötchens gestellten länglichen Höhlung gestaltet, und wie von letzterer in directer Fortsetzung Epithelsprossen unter ein- bis zweimaliger Theilung bis an die Peripherie der Organanlage auslaufen. An letzterer Stelle sind sie meist kolbig angeschwollen, zum Theil aber in scharfer Krümmung umgebogen. Dieses Bild, mit Hartnak IV/$_2$ gesehen, lässt meines Erachtens kaum eine irrige Deutung zu. Die ununterbrochene Continuität der Zellstränge ist auf das deutlichste zu erkennen, auch durch stärkere Ver-

grösserungen zu erweisen. Nicht minder ist es zweifellos, dass nur die erwähnte, fast im Centrum des Knötchens gelegene längliche Höhlung auf das Nierenbecken bezogen werden kann, keinesfalls aber die von ihr abgehenden Zellsprossen; diese stellen schon wirkliche Harncanälchen dar, nicht nur weil sie bis an die äusserste Peripherie der ganzen Nierenanlage reichen, sondern auch, weil man an ihnen schon sehr bald das Verhalten erkennen kann, durch welches, wie wir später sehen werden, die wachsenden Harncanälchen an der Nierenperipherie ausgezeichnet sind. Ich betone gegen Kupffer ausdrücklich, dass man diese Verhältnisse constatiren kann, lange bevor noch durch die Windungen der Canälchen die Beobachtung erschwert wird. — Eine weitere Untersuchung dieser Zellsprossen mit stärkeren Vergrösserungen zeigt, dass dieselben zunächst allerdings in Form solider Zapfen vorwachsen, jedoch alsbald, und zwar Schritt für Schritt während ihrer Verlängerung eine Lichtung erhalten; es lässt sich dies aus den nebeneinander gelagerten, ungleich in der Entwicklung vorgeschrittenen Endstücken der Harncanälchen an etwas grösseren Embryonen unschwer feststellen. Da die Nieren solcher Embryonen als Ganzes nicht mehr wohl genauer Untersuchung zugänglich sind, so empfehlen sich in frontaler Richtung mitten durch die Niere geführte Schnitte am besten.

Diese Beobachtungen stimmen mit den von Dursy an Isolationspräparaten gewonnenen Erfahrungen überein; ich selbst konnte diese zweckmässigste aller Methoden leider nicht benützen, weil mir geeignetes frisches Materiale nicht zu Gebote stand. Ich glaube jedoch, in den vorstehenden Thatsachen hinreichende Berechtigung zu finden, mich für die ununterbrochene Continuität in der Anlage und der Ausbildung der Harncanälchen auszusprechen. Die Entwicklung derselben gestaltet sich so, dass die hohlen Sprossen des Epithels des Nierenbeckens unter gabeliger Theilung in gestrecktem Laufe gegen die Peripherie der Nierenanlage vordringen, indem sie ihre vordersten Enden mit soliden Zellenzapfen vorwärts schieben.

Die beigegebenen Abbildungen, Fig. 1—3, stellen drei verschiedene Abschnitte aus der ersten Entwicklung der Säugethier-

Niere dar. Alle drei sind 30mal vergrössert, genau nach Präparaten gezeichnet und geben die Ansicht von frontalen, mitten durch die Niere gelegten Durchschnitten. In Fig. 4 ist ein Theil eines verästigten Harncanälchens bei starker Vergrösserung dargestellt, um das Verhalten desselben an der Peripherie der Niere zu zeigen. *aa* sind die Anlagen der gewundenen Canälchen und Malpighi'schen Körperchen.

Eine zweite, höchst wichtige Frage betrifft die Art und Weise, wie die Malpighi'schen Körperchen zur Entwicklung gelangen. Auch in dieser Beziehung bestehen nicht unerhebliche Differenzen in den Anschauungen der wenigen Autoren, welche sich mit diesem Gegenstande befasst haben.

Die ersten Angaben stammen von Remak, welcher sich an dem oben citirten Orte folgendermassen ausspricht: „Es scheint, dass die Gefässknäuel ganz unabhängig von den Epithelialröhrchen zur Ausbildung kommen. Soviel ist mindestens sicher, dass die letzteren die Gefässknäuel umwachsen. In der Regel wird diese Umwachsung durch das blinde Ende des Röhrchens bewerkstelliget. Indem das letztere auf einen Gefässknäuel trifft, bildet es eine napfförmige eingestülpte Erweiterung, durch welche der Knäuel bis zur Eintrittsstelle seiner Blutgefässstämmchen allmälig umfasst wird."

Kölliker[1] sowie Rathke[2] schliessen sich der Ansicht Remak's vollständig an.

Ebenso hat Waldeyer[3] für die Glomeruli des Wolff'schen Körpers die Entstehung derselben aus isolirt auftretenden Zellengruppen angenommen.

A. Rosenberg[4] beschreibt für den Wolff'schen Körper der Teleostier eine ähnliche Bildungsweise der Malpighi'schen Körper wie Remak, indem er eine Einstülpung des blinden Canalendes durch den Glomerulus annimmt.

---

[1] l. c. pag. 112.
[2] l. c. pag. 172.
[3] l. c. pag. 119.
[4] l. c. pag. 48.

Nach v. Wittich[1] beobachtet man an den bleibenden Nieren der nackten Amphibien die Gefässknäuel innerhalb der blinden sackförmig angeschwollenen Enden der Harncanälchen anfangs als einfache Schlingen, die sich dann mehr und mehr zu einem vollständigen Knäuel ausbuchten.

Bornhaupt[2] lässt die Malpighi'schen Körperchen des Wolff'schen Organes aus gesondert auftretenden rundlichen Zellenhäufchen hervorgehen, welche zunächst sich zu Bläschen umwandeln, deren Wand sich an einer Seite beträchtlich verdickt. an der anderen jedoch verdünnt. Die Verdickung des einen Theiles der Wand erreicht einen so hohen Grad, dass bald der Umfang der Höhle dermassen eingeengt wird, dass sich die gegenüberliegenden Wände fast berühren. Aus dieser Verdickung geht nun der Glomerulus hervor, was sich Bornhaupt so denkt, dass die peripheren Zellen sich zu einem zarten Häutchen umwandeln, während die centralen theils aufgelöst, theils in Blutkörperchen umgewandelt werden; aus diesem zarten Häutchen entstünden durch Bildung von Scheidewänden Capillargefässe. Während dieser Vorgänge erfolge einerseits die Verbindung des Glomerulus mit dem Aortensystem, andererseits die der obengenannten Höhle mit dem Wolff'schen Gange. Denselben Bildungsmodus der Malpighi'schen Körperchen nimmt Bornhaupt auch für die bleibenden Nieren an.

Thayssen (l. c.) gibt, wie schon oben bemerkt, an, dass je ein Malpighi'sches Körperchen zugleich mit dem zugehörigen gewundenen Canälchen und der Henle'schen Schleife sich aus einem soliden Zellenballen entwickelt.

Ich habe mich lange und eingehend mit dem Studium dieser schwierigen Frage beschäftiget und bin dabei in folgender Weise vorgegangen. Es kamen Nieren von Säugethier- und Menschen-Embryonen aller Altersstufen, sowie Neugeborener aus den ersten Lebenstagen zur Untersuchung, an denen grösstentheils vorher die Blutgefässe von der Arterie, oder die Harncanälchen von dem Urether aus, oder beide gleichzeitig injicirt worden

---

[1] l. c. pag. 132.
[2] l. c. pag. 25 u. f.

waren. Theilweise wurden dieselben in Alkohol oder Chromsäure erhärtet und zu Schnittpräparaten verwendet, theilweise aber dem Isolationsverfahren mittelst verdünnter Salzsäure unterzogen. Es gelingt unschwer, mit Hilfe des Hering'schen Injections-Apparates die Harncanälchen (besonders an Hunde-Embryonen) bis in die Bowman'schen Kapseln auf weite Strecken und ohne Extravasat zu erfüllen, gleichgültig ob man kaltflüssiges Berlinerblau oder gefärbte Leimmassen zur Injection verwendet. Gerade solche Objecte waren es, welche, mit Salzsäure behandelt, die klarsten Aufschlüsse gaben. Durchschnittspräparate nach verschiedenen Richtungen, mit Carmin oder Hämatoxylin gefärbt, dienten zur erwünschten Controle. Bezüglich der Salzsäure als Isolationsmittel werden von verschiedenen Autoren mannigfache Anwendungsweisen als die besten empfohlen. Ich kann es nicht für zweckmässig erachten, sich stets an eine derselben zu halten, da die Beschaffenheit des Objectes von wesentlichem Einfluss auf den gewünschten Erfolg ist. Man kann mit den verschiedensten Concentrationen der Säure bald zum Ziele gelangen, wenn man die Einwirkung derselben durch vorsichtiges, und wenn nöthig, wiederholtes Erwärmen unterstützt. Ich konnte so selbst von Nieren, welche in Chromsäure vollständig erhärtet waren, ganz zufriedenstellende Isolationspräparate gewinnen. Auch eine allzu starke Aufhellung dieser Präparate lässt sich leicht beseitigen, wenn man als Zusatzflüssigkeit stark verdünntes Glycerin benützt, welchem eine geringe Menge von essigsaurem Kalium beigemengt ist.

Was nun die Örtlichkeit anbelangt, an welcher in den bleibenden Nieren der Säugethiere die Entwicklungsphasen der Malpighi'schen Körperchen zur Beobachtung kommen, so ist es ausschliesslich jene Zone der Rindensubstanz, welche die äusserste Peripherie des Organes bildet. Es finden sich hier bei Säugethier-Embryonen jeden Alters, von der Zeit an, in welcher sich die ersten Verästlungen der Harncanälchen gebildet haben, bis zum Ende des Intrauterinallebens, ja selbst 8—10 Tage nach der Geburt auffallende, scharf umgrenzte, ovale Körper, welche um so dichter gestellt sind, je älter der Embryo ist, so dass sie in der zweiten Hälfte des Fötallebens fast allein die periphere Rindenzone der Niere einnehmen.

Bei Thieren, deren Niere in mehrere Renculi abgetheilt ist, sowie beim Menschen, beschränken sich diese Gebilde nicht allein auf die periphere Rindenzone des Organes, sondern finden sich in derselben Anordnung an der ganzen Oberfläche der dem Renculus zugehörigen Rinde, also auch in den sogenannten Columnae Bertini. Sie sind schon seit längerer Zeit bekannt und zuerst von Colberg[1] unter dem Namen „Pseudoglomeruli" näher beschrieben worden. Es heisst an dieser Stelle: „Ein Ast eines, bereits in der Pyramide mehrfache Äste abgebenden offenen Canälchens theilt sich in der Rinde oft in 4—6 Seitenäste, die an ihren Enden, dicht an der Peripherie der Niere, entweder kolbig sich erweitern oder 2—3mal aufgerollt erscheinen. Diese aufgerollten Enden haben dieselbe Grösse, wie die bereits überall fertigen Bowman'schen Kapseln (und Glomeruli) der schleifenförmigen Harnkanälchen. Gefässknäuel konnte ich anfangs in ihnen nicht wahrnehmen." Später jedoch hat sich Colberg durch Injection überzeugt, dass auch diese Aufknäuelungen echte Glomeruli enthalten. Später beschreibt S. Th. Stein[2] die Lage und Anordnung dieser Gebilde und schliesst, da er sie an ausgewachsenen Thieren nicht gefunden hatte, dass aus ihnen sich die Anastomosennetze der Rinde entwickeln dürften, „weil auch diese die ganze Peripherie mit grosser Regelmässigkeit einnehmen".

Endlich hat Schweigger-Seidel[3] diesen Gebilden seine Aufmerksamkeit geschenkt und sie mit der Bildung der Malpighi'schen Kapseln in Zusammenhang gebracht, jedoch nicht so, als ob aus ihnen direct ein Glomerulus hervorginge, sondern er fasst sie auf als ein mit dem verzweigten Sammelcanalsystem in Verbindung stehendes gewundenes Canalstück, dessen Ende der Anlage des Glomerulus, welche als gesonderter rundlicher Zellhaufen etwas tiefer liegt, zustrebt. Jedoch ist weder von Schweigger-Seidel noch von Colberg näher auf die

---

[1] Zur Anatomie der Niere. Centr.-Blatt f. die med. Wissensch. 1863. Nr. 48 und 49. (Vorl. Mittheilung.)

[2] Die Harn- und Blutwege der Säugethierniere. Würzburger med. Zeitschrift. 6. Bd. pag. 57.

[3] Die Nieren des Menschen und der Säugethiere. Halle 1865. pag. 55.

Beschaffenheit dieser Pseudoglomeruli und auf die Entwicklung der Gefässknäuel eingegangen worden; nur spricht sich ersterer an einer anderen Stelle dahin aus, dass nach seiner Ansicht Gefässknäuel und Kapsel aus einer gemeinschaftlichen Anlage entstehen.

Dieses vorausgeschickt, gehe ich nun zur Beschreibung der beobachteten Thatsachen über. An Durchschnitten von Nieren, welche vom Urether aus injicirt sind, zeigt sich, dass die Verzweigungen der Sammelröhrchen allerorts bis an die Peripherie der Rinde vordringen und daselbst mit einer leichten Verbreiterung enden. Dasselbe lässt sich an Isolations-Präparaten auch nicht injicirter Nieren zweifellos beobachten. Diese Verbreiterung ist jedoch nicht, wie Schweigger-Seidel angibt, nur in einer Verdickung des inneren Zellenlagers begründet, sondern auch thatsächlich durch eine Erweiterung des Lumens. Denn, wenn man an den isolirten, nicht injicirten Canälchen häufig nur eine fein spaltförmige Lichtung entdecken kann, so findet man doch meistens im Endstücke derselben ein deutliches längsovales Lumen. Allerdings sind auch die cylindrischen Epithelzellen hier um ein Beträchtliches länger als an anderen Stellen. Dieses verbreiterte Endstück nun gibt einem kurzen Canälchen den Ursprung, welches in leichtem Bogen seitlich abgeht, und sich in einen der sogenannten Pseudoglomeruli[1] einsenkt, daher ein Zwischenstück zwischen diesem und dem Sammelröhrchen darstellt; nicht selten sieht man noch ein zweites in derselben Weise, jedoch in entgegengesetzter Richtung abzweigen.

Ich muss hier einschalten, dass, wie auch Schweigger-Seidel hervorhebt, die bindegewebige Zwischensubstanz bei embryonalen Nieren verhältnissmässig stark entwickelt ist, und dass besonders an der Peripherie derselben ein feinfaseriges, mit vielen Zellen versehenes Bindegewebe in reichlicher Menge die Drüsenelemente umschliesst. Dieses Bindegewebe ist auch der Träger eines vielverzweigten Blutgefässnetzes.

Geht man nun an Isolationspräparaten gut injicirter Nieren auf eine nähere Analyse der Pseudoglomeruli ein, so kann man

[1] Ich werde in der Folge diese Bezeichnung öfters gebrauchen, trotzdem sie nichts weniger als zutreffend ist.

ein verschiedenes Verhalten an denselben beobachten. Bei den kleineren von ihnen macht das erwähnte Verbindungsstück nach seinem Eintritte eine kurze, scharfe Knickung gegen das Sammelrohr, biegt dann halbmondförmig nach der entgegengesetzten Seite um und endigt, nachdem es ungefähr ein Drittel eines Kreisbogens beschrieben hat, blind zugeschärft. (Vergleiche Fig. 5.) Von dieser Knickung ab geht eine eigenthümliche Veränderung in den Epithelzellen des Canälchens vor sich. Während sie an der dem Inneren des Pseudoglomerulus zugewendeten Seite ihre Grösse und Form bewahren, verkürzen sie sich an der convexen Wand des Bogens sehr rasch und gehen in dünne, kernhaltige Plättchen über. Meist hat hier das Canälchen seine cylindrische Gestalt bereits verloren, erscheint abgeplattet, und hat die Form einer zweiblättrigen Kappe oder Kugelschale gewonnen; der von letzterer unvollständig umschlossene Raum ist mit derselben Bindesubstanz erfüllt, welche allerorts die Harnröhrchen umgibt. Ich darf jetzt schon sagen, dass das äussere Blatt dieses kappenartig ausgewachsenen blinden Canälchens, welches die platte Zellenlage trägt, sich zu der Bowman'schen Kapsel gestaltet, dass sich in dem von Bindesubstanz erfüllten Raum der Kugelschale der Glomerulus entwickelt, und dass das innere Blatt der Kappe die nächste Umkleidung des Glomerulus abgibt. Beide Blätter der Kugelschale sind an nicht injicirten Präparaten fast durchwegs in gegenseitiger Berührung; waren aber die Harnwege mit Leimmasse erfüllt worden, so ist dieselbe häufig genug zwischen beide Blätter eingedrungen.

An etwas grösseren dieser Pseudoglomeruli zeigt sich das eingetretene Canalstück, bevor es die beschriebene Umgestaltung eingeht, in eine oder mehrere Schlingen gelegt, und an noch anderen bemerkt man, dass aus der umgebenden Bindesubstanz eine Capillarschlinge in den von dem inneren Blatte der Kugelschale umschlossenen Raum hineinragt. Dies lässt sich sowohl an Präparaten mit injicirten Blutgefässen als auch sonst häufig, wenn die Gefässe mit Blutkörperchen erfüllt sind, sicherstellen. Bemerkenswerth ist ferner, dass die Windungen des Canälchens constant den der Nierenoberfläche zugewendeten, äusseren Theil des Pseudoglomerulus einnehmen, während das schalenförmige Ende des Canälchens stets in dem Abschnitte desselben gelegen

ist, welcher nach dem Inneren der Niere zu sieht. — An anderen Stellen zeigen sich die Windungen des Canälchens etwas vermehrt, die Kugelschale mehr geschlossen und im Inneren derselben mehrere Capillarschlingen entwickelt. Letztere sind in Bindegewebe eingebettet und sammt diesem von dem deutlich ausgeprägten Cylinderepithel des inneren Blattes der Kugelschale umschlossen. Auch in diesem Falle sieht man häufig die Lichtung des gewundenen Canälchens mit Injectionsmasse erfüllt, welche sich von da aus zwischen die Blätter der Kugelschale hinein erstreckt. (Man vergleiche hiezu Fig. 6—8.)

Das Auswachsen der letzteren geschieht in der Weise, dass das zugehörige Canalstück, welches ursprünglich in den Rand der Kugelschale überging, sich allmälig mehr und mehr entfernt von diesem in die convexe Fläche des äusseren Blattes einsenkt. — An noch anderen Präparaten hat sich die Kugelschale fast ganz um den bereits ansehnlichen Blutgefässknäuel geschlossen, die Windungen des Canälchens sind noch vermehrt, die bindegewebige Umgrenzung des ganzen Pseudoglomerulus ist eine undeutlichere geworden; derselbe ist von der Peripherie etwas abgerückt, wo bereits wieder ein neuer in Entwicklung begriffen ist. Endlich ist der ganze Glomerulus bis auf die Eintrittsstelle der Gefässe umschlossen und das Malpighi'sche Körperchen liegt fertig an dem dem Inneren der Niere zugewendeten Ende des gewundenen Canälchens — der Pseudoglomerulus ist als ein für sich abgeschlossenes kapselartiges Gebilde verschwunden. Die Erklärung für letzteres liegt in folgendem Umstande: Während früher die Windungen des Canälchens sammt der Anlage des Malpighi'schen Körperchens eng aneinander geschlossen dalagen, erschienen sie durch Bindegewebe von der Umgebung getrennt und wie von einer gemeinschaftlichen Hülle umgeben. Zugleich mit der Vergrösserung der Drüsenelemente dringt das Bindegewebe zwischen die einzelnen Windungen des Canälchens und hebt sie von einander ab, wodurch der Eindruck der Zusammengehörigkeit und des Abgeschlossenseins derselben mehr und mehr verloren geht.

Die im Vorstehenden beschriebenen Phasen der Entwicklung der Malpighi'schen Körperchen lassen sich am besten in folgender Weise versinnlichen. Man nehme eine Kautschuk-

röhre, deren eines Ende in eine kugelige Blase übergeht. Diese letztere drücke man von der Seite her so ein, dass die Wände der Blase in Berührung kommen. Das äussere Blatt der so gebildeten Kugelschale ist die in Bildung begriffene Bowman'sche Kapsel, das innere Blatt liegt dem Glomerulus an, welcher in dem von der doppelblättrigen Schale umgebenen Raum zur Entwicklung kommt. Indem dieses, anfangs nur kleine Segment der Kugelschale sich immer mehr zu einer doppelschichtigen Blase ergänzt, wird schliesslich der ganze Glomerulus von ihren beiden Blättern umgriffen. Und da ferner der Übergang des Röhrchens in die Kugelschale immer mehr vom Rande weg an die convexe Oberfläche derselben vorrückt, kommt endlich die Eintrittsstelle der Blutgefässe diametral zu der des Röhrchens zu liegen.

Diese von mir beobachtete Entstehungsart der Malpighi'schen Körperchen weicht wesentlich ab von den oben zusammengestellten Ansichten aller früheren Autoren und zwar insofern, als Alle eine gesonderte Anlage, sei es für das ganze Malpighi'sche Körperchen, sei es blos für den Glomerulus anzunehmen veranlasst waren. Es gelang mir nicht nur, das directe Hervorgehen der Bowman'schen Kapsel aus dem Ende eines Harncanälchens sicherzustellen, sondern auch die mit dem Wachsthum derselben gleichzeitig vorschreitende Bildung des Glomerulus aus dem umliegenden Blutgefässnetze hervorgehen zu sehen. Es kann also nicht die Rede sein von einer Einstülpung des Harncanälchens durch den Glomerulus, da ja die Anlage der Bowman'schen Kapsel der des Glomerulus vorausgeht, und dieser sich erst während ihres Wachsthums in ihr und mit ihr entwickelt. Endlich geht aus den vorstehenden Beobachtungen hervor, dass gleichzeitig mit der Entwicklung eines jeden Malpighi'schen Körperchens auch die Bildung des ihm zugehörigen gewundenen Canälchens vor sich geht. — Was nun das fernere Verhalten der Malpighi'schen Körperchen anbelangt, habe ich noch einige Beobachtungen anzuführen.

Bezüglich der L a g e der einzelnen Malpighi'schen Körperchen ist es ein ganz constantes Vorkommen, dass sie während des embryonalen Lebens niemals von den ihnen zugehörigen gewundenen Canälchen rings umgeben sind; vielmehr liegt das gewundene Canälchen stets mit allen seinen Windungen peri-

pheriewärts von dem Malpighi'schen Körperchen. Die Abstände der letzteren von einander, vom Mark gegen die Rindenperipherie hin genommen, vergrössern sich gleichzeitig mit der Verlängerung der gewundenen Canälchen.

Was die Zahl der Malpighi'schen Körperchen betrifft, so kann man sich leicht an Schnittpräparaten die Überzeugung verschaffen, dass dieselbe mit dem Alter des Embryo fort und fort zunimmt und dass eine auffallende Vermehrung derselben auch noch, wenigstens bei Mensch und Hund, in den ersten 8 bis 10 Tagen nach der Geburt an der ganzen Rindenperipherie fortdauert. Nach dieser Zeit scheint die Neubildung der Malpighi'schen Körperchen nur mehr vereinzelt zu geschehen und bald ganz aufzuhören. Diesen Vorgang durch directe Zählung der Körperchen an Schnittpräparaten nachzuweisen und anschaulich zu machen, hat viel Missliches, da die Dicke des Schnittes, die Richtung und die Örtlichkeit desselben soviel schwer bestimmbaren Einfluss auf die Zahl der in einem Interstitium zweier Markstrahlen sichtbaren Körperchen nimmt, dass die gewonnenen Ziffern kaum grösseren Werth beanspruchen können, als die einfache Schätzung, welche für diesen Fall als ausreichend betrachtet werden kann.

In Bezug auf die Grösse der Malpighi'schen Körper ist schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht worden, dass an Nieren von Embryonen und Neugebornen die der Marksubstanz zunächst liegenden die grössten sind, und dass sie gegen die Peripherie zu beträchtlich an Grösse abnehmen, während beim Erwachsenen dieser Unterschied so ziemlich ausgeglichen ist. Dass dies als Wachsthums-Erscheinung aufzufassen ist, bedarf wohl kaum eines weiteren Beweises; der Glomerulus und mit ihm das Malpighi'sche Körperchen nimmt, wenn er schon fertig entwickelt ist, noch beträchtlich an Grösse zu und zwar, wie man sich leicht durch Messungen überzeugen kann, um reichlich das Doppelte. Da nun die mehr peripher gelegenen Körperchen immer auch die jüngeren sind, erklärt sich leicht ihr geringerer Durchmesser.

Die Veränderungen der Malpighi'schen Körperchen während ihres Wachsthums betreffen neben der Grössendifferenz hauptsächlich die Form und Anordnung des Glomerulus und das

Epithel des ihn bedeckenden, inneren Blattes der Bowman'schen Kapsel. Was den Glomerulus selbst betrifft, so hat er anfangs ungefähr die Form eines Pilzhutes mit einer der Eintrittsstelle der Gefässe entsprechenden nabelartigen Vertiefung; das zu- und abführende Gefäss besitzt noch eine sehr dünne Wand, deren arterielle Structur nicht nachweisbar ist. Die Zahl der Schlingen beträgt etwa 5—8; zwischen ihnen werden durch Hämatoxylin-Färbung an sehr feinen Schnitten Kerne wahrnehmbar, welche denen der bindegewebigen Zwischensubstanz der Niere vollständig gleichen. Später vermehrt sich die Zahl der Gefässschlingen sehr bedeutend, das zuführende Gefäss wird beträchtlich stärker und es sind ab und zu quere Muskelkerne an ihm sichtbar; der Glomerulus erhält seine kugelige Form, Bindegewebs-Elemente sind in ihm nicht mehr nachweisbar. — Die unmittelbare Umhüllung des Glomerulus trägt, wenn das Malpighi'sche Körperchen bereits fertig entwickelt ist, noch immer jene Lage von cylindrischen Zellen, welche oben an dem inneren Blatte der ihn umgebenden Kugelschale beschrieben worden ist, und welche, wie wir gesehen haben, dem Epithel des Harncanälchens entstammt. Je näher der Marksubstanz zu das Malpighi'sche Körperchen, welches man daraufhin untersucht, gelegen ist, desto mehr finden wir diese Zellen verkürzt, bis sie endlich nur mehr eine ganz platte Schichte darstellen. Diese letztere ist aber bei Neugebornen noch an jedem Glomerulus nachweisbar. Schweigger-Seidel[1] und V. Seng[2], welche diese Zellenlage an Embryonen eingehend beschreiben, haben keine Rücksicht auf die erwähnte Differenz genommen. Betreffs der Membrana propria dieser Zellenlage, deren Vorhandensein von Schweigger-Seidel in Abrede gestellt wird, muss ich Seng beistimmen, welcher so wie ich eine solche zweifellos gesehen hat, und zwar kann ich hinzufügen, dass man dieselbe bei Embryonen und Neugebornen auch an jenen Malpighi'schen Körperchen noch findet, welche ihr Wachsthum bereits vollendet haben.

---

[1] l. c. pag. 76.

[2] Ein Beitrag zur Lehre von den Malpighi'schen Körperchen. Wiener akad. Sitzber. 64. Bd. II. Abthlg. Octoberheft.

Ich komme nun zu den Wachsthums-Erscheinungen, welche an den verschiedenen Abschnitten der Harncanälchen durch directe Beobachtung festgestellt werden können. Über diesen Punkt hat Schweigger-Seidel in seiner öfters citirten, geistvollen Abhandlung Aufklärungen niedergelegt, welchen Jedermann, der sich mit ähnlichen Untersuchungen befasst hat, im grossen und ganzen beistimmen muss. Nur über einige Details habe ich Zusätze zu machen.

Die geraden Harncanälchen, welche, wie wir oben gesehen haben, als Ausstülpungen aus dem Epithel des Nierenbeckens entstanden sind, zeichnen sich bekanntlich durch eine relativ erhebliche Weite aus. Dass die absoluten Masse entsprechender Röhrchen grösser seien als an den Nieren Erwachsener, wie von manchen Seiten behauptet wird, halte ich für unrichtig. Bei Thieren, denen mehrere Markpyramiden zukommen, sind sie schon von vorneherein zu abgeschlossenen Gruppen geordnet, indem aus den mehrfach vorhandenen Einstülpungen des Nierenbeckens, welche fernerhin zu den Nierenkelchen sich gestalten, an einer Stelle mehrere gerade Canälchen hervorsprossen. Diese zu einer Gruppe vereinigt, bilden die Grundlage der späteren Markpyramide. Es gelang mir nicht, sicher zu entscheiden, ob so alle späteren Ductus papillares einer Pyramide gleichzeitig entstanden sind, oder ob sie im Laufe der nächsten Entwicklungsperiode in irgend einer Weise noch Zuwachs erhalten. An Nierenpapillen von fünfmonatlichen menschlichen Embryonen konnte ich deutlich deren 8—10 erkennen.

Die Wachsthums-Erscheinungen, welche die Harncanälchen bald nach ihrer ersten Anlage zeigen, beziehen sich, wie schon erwähnt, darauf, dass zunächst jedes von ihnen, während es sich spitzwinklig verästigt, in mehr weniger gerader Richtung der Peripherie der Nierenrinde zustrebt. Jedes dort angelangte Canälchen gibt seitliche Äste ab, welche sich in einem scharfen Bogen umkrümmen, und zur Bildung der ersten Pseudoglomeruli verwendet werden. Aus letzteren geht, wie ebenfalls schon beschrieben wurde, je ein gewundenes Canälchen hervor, welches peripheriewärts von dem zugehörigen Malpighi'schen Körperchen gelegen ist. Während sich bei dem weiteren Vorwachsen des geraden Canäl-

chens derselbe Vorgang an der ganzen Rindenperipherie wiederholt, vermehrt sich gleichzeitig mit den Malpighi'schen Körperchen auch die Zahl der gewundenen Canälchen, während die Länge derselben in der Fötalperiode nicht erheblich zunimmt. In Betreff ihres Epithels kann man beobachten, dass es schon im dritten Embryonalmonat sich durch die trübe, körnige Beschaffenheit seiner deutlich contourirten Zellen auszeichnet, und dass letztere durch Hämatonylin viel weniger gefärbt werden als die hellen, durchsichtigen Epithelzellen der geraden Röhrchen. — In derselben Zeit begegnet man auch zum erstenmale den schleifenförmigen Canälchen; sie entstehen durch Ausbiegung jenes Canalstückes, welches das Ende des geraden Canälchens mit dem Pseudoglomerulus verbindet. Solange die Schleife noch kurz ist, kann man keine Verschiedenheit ihrer beiden Schenkel weder bezüglich des Epithels noch bezüglich ihres Durchmessers wahrnehmen; erst bei einer gewissen Länge der Schleife, aber schon im vierten Embryonalmonate kommen diese Verhältnisse zum Ausdruck, gerade so, wie wir sie an Nieren Erwachsener kennen. Sehr häufig findet man an der Umbiegungsstelle der Schleife das Röhrchen nicht unbeträchtlich verbreitert. Endlich bemerke ich noch, dass schon zu Beginn des fünften Embryonalmonates die Henle'schen Schleifen bis gegen die Papille der Marksubstanz herabreichen, was man sowohl an Längs- als an Querschnitten der letzteren um so sicherer nachweisen kann, als die Untersuchung dieser Canälchen am Embryo viel weniger Schwierigkeiten macht, als am Erwachsenen, weil die einzelnen Röhrchen des Markes durch reichliches Zwischengewebe in beträchtlicher Entfernung von einander gehalten sind.

Das Wachsthum sämmtlicher Abtheilungen der Harncanälchen betrifft in der Folge fast ausschliesslich ihre Längenzunahme; die Breitendurchmesser verändern sich nur mehr verhältnissmässig wenig.

Ein beträchtlicher Abschnitt des gewundenen Canalsystems, nämlich jener, welcher beim Erwachsenen die äusserste Rindenperipherie ausschliesslich darstellt (cortex corticis Hyrtl), kommt erst dann zur Entfaltung, wenn die Neubildung von Malpighi'schen Körperchen bereits abgeschlossen ist, d. h. für den Menschen und Hund ungefähr 8—10 Tage nach der Geburt. Es enthält

also diese Rindenzone die den äussersten Malpighi'schen Körperchen zugehörigen gewundenen Canälchen. Überhaupt kann man sich durch den Augenschein überzeugen, dass das Längenwachsthum der gewundenen Canälchen nach der Geburt ein sehr beträchtliches ist, womit auch im Zusammenhang steht, dass die Malpighi'schen Körperchen beim Erwachsenen in grösseren Distanzen von einander abstehen, als in der fötalen Entwicklungsperiode.

Nachdem ich im Vorstehenden das, was ich an gemachten Beobachtungen über die Wachsthumserscheinungen an den einzelnen drüsigen Bestandtheilen der Niere beibringen kann, zusammengestellt habe, gehe ich daran, zu untersuchen, in welcher Weise das Wachsthum des ganzen Organes, bedingt durch diese Summe von Einzelnvorgängen, vor sich geht. Ich werde zu dem Ende die auf das Wachsthum bezüglichen Eigenthümlichkeiten, welche sich an Schnittpräparaten erkennen lassen, für eine fortlaufende Reihe von menschlichen, embryonalen Nieren vergleichend nebeneinander stellen, daran einige Stufen aus der späteren Wachsthumsperiode reihen, und so das Bild des Gesammtwachsthums der Niere construiren. Ich benütze dazu Schnitte, welche durch einen ganzen Renculus einer Niere in der imaginären Axe desselben, also längs dem Verlaufe der geraden Harncanälchen geführt worden sind. Die dabei anzuführenden Ziffern, betreffend die Masse der Rinden- und Marksubstanz, sowie die Zahlen für die Malpighi'schen Körperchen bitte ich nicht als für jeden einzelnen Fall genau zutreffend zu betrachten, da insbesondere die Marksubstanz, an verschiedenen Stellen gemessen, sehr ungleiche Resultate ergibt, insoferne als die Markpyramiden eine sehr wechselnde Form und Ausdehnung zeigen. Es sind Mittelzahlen, welche durch den Umstand eine vergleichsweise Giltigkeit erlangen, dass ich fast durchgehends Schnitte aus einander entsprechenden Renculi benützte.

Die Renculi der embryonalen menschlichen Niere sind gewöhnlich so geordnet, dass man 3—4 vordere und ebenso viele hintere, durch tiefe Furchen getrennte Lappen an der

Oberfläche zählen kann, deren Grenzen am lateralen Rande der Niere in einer mehr weniger deutlich ausgeprägten, gebrochen verlaufenden Furche aneinander stossen. In diese Furche sind meistens zwei etwas kleinere Lappen eingeschaltet, welche sich durch eine fast regelmässig kugelförmige Oberfläche von den anderen mehr ovoiden Lappen auszeichnen. Diese habe ich, so oft es anging, zur Vergleichung benützt.

Die für die Malpighi'schen Körperchen angeführten Zahlen können aus den bereits oben angeführten Gründen nur auf sehr approximativen Werth Anspruch erheben, ich glaubte sie aber doch anführen zu sollen, weil sie immerhin einer annähernden Beurtheilung zu Hilfe kommen.

Niere eines zweimonatlichen Fötus.

Einzelne Renculi sind bereits gesondert und einerseits durch Furchung der Rindenoberfläche, andererseits durch gruppenweise Ausmündung der Harncanälchen in das Nierenbecken gekennzeichnet. Die Anlage der Marksubstanz besteht aus den Stämmchen der Harncanälchen — den späteren ductus papillares und ihren nächsten Ästen — welche in divergirender Richtung ausstrahlen, sich bald wieder dichotomisch theilen und dabei ihre Breitendimension erheblich verkleinern. Die Marksubstanz als solche ist also insoferne erkennbar, als diese Canälchen die einzigen drüsigen Bestandtheile dieses Nierenabschnittes bilden. Die Elemente der späteren Rindensubstanz zeigen sich in einer bestimmten Entfernung von dem Nierenbecken und zwar so, dass, wenn die imaginäre Axe des Renculus 1·25 Mm. beträgt, nur ein geringes Mehr als die äussere Hälfte derselben in die Rindensubstanz zu liegen kommt; so dass man sagen kann, Mark und Rinde haben fast gleiche Ausdehnung in der Richtung der Axe. Von den Elementen der Rindensubstanz sind es zunächst vollständig ausgebildete Malpighi'sche Körperchen, die die innere Grenze derselben bezeichnen; sie sind schon beinahe so gross, als wie beim erwachsenen Menschen. Es folgen dann in der Axe nach aussen, von einzelnen in quere Richtung gelegten Schlingen gewundener Röhrchen getrennt, noch ein bis zwei kleinere Malpighi'sche Körperchen. An der Peripherie der Rinde

finden sich, durch reichliches Bindegewebe umgeben, in eine fortlaufende Reihe gestellt, die Pseudoglomeruli und zwar in ihren schon oben beschriebenen verschiedenen Entwicklungsphasen. Ich hebe nochmals hervor, dass man an sehr vielen von ihnen, und zwar am allerhäufigsten an den jüngsten, den Zusammenhang mit den geraden Röhrchen nachweisen kann. Eine Andeutung von Markstrahlen kann man bereits darin finden, dass die geraden Harncanälchen mit ihren Ästen in ziemlich regelmässigen Abständen gegen die Peripherie der Rinde hin verlaufen. Von Schleifencanälchen ist keine Spur zu entdecken. Die bindegewebige Zwischensubstanz überwiegt bedeutend die Drüsenelemente. Die Blutgefässe kann man bereits neben dem Nierenbecken eindringen und in der Gegend der innersten Glomeruli sich verästigen sehen; von ihren weiteren Verzweigungen konnte ich eine typische Anordnung nicht erkennen. Das Nierenbecken mit seinen Ausläufern, den späteren Kelchen, zeigt schön entwickeltes, geschichtetes Epithel.

Fötus von 3 Monaten.

Die Markpapille ist bereits als deutlicher Zapfen in den Nierenkelch vorragend; die Marksubstanz misst in der Axe 1·54 Mm., die Rindensubstanz 0·82 Mm.; es hat daher vorzugsweise das Mark an Ausdehnung zugenommen. Die Rinde zeigt keine wesentliche Veränderung; fertige Malpighi'sche Körperchen stehen 3—4 übereinander. Die Anordnung der gröberen Blutgefässe ist bereits wie am Erwachsenen, die Arteriae interlobulares sind theilweise erkennbar, haben jedoch einen sehr unregelmässigen Verlauf.

Fötus von 4 Monaten.

Das Mark misst 2·74 Mm., die Rinde 1·10 Mm.; Malpighi'sche Körperchen 5—6 in einer Reihe. Die Markstrahlen sind so weit entwickelt, dass die geraden Canälchen in Bündeln von 3—4 nebeneinander liegend die Rinde durchziehen. Schleifencanälchen sind bereits in grösserer Zahl vorhanden und reichen tief in die Markpyramide hinein (dies lässt sich auch an Quer-

schnitten leicht controliren); die gewundenen Röhrchen haben sichtlich an Länge zugenommen. In der Pyramide ist die Zahl der Canälchen auffallend vermehrt, und zeigen die Sammelröhrchen reichliche Theilungen ohne Regel bezüglich der Höhe. Die Arteriae interlobulares sind bereits typisch geordnet.

Fötus von 5½ Monaten.

Die Rinde misst 1·55 Mm., das Mark 3·89 Mm. Die Renculi sind sehr scharf abgeschlossen, indem sich Bindegewebszüge zwischen sie mehr weniger weit hineinschieben. Beiderseits von diesen ziehen sich in reihenweiser Anordnung Pseudoglomeruli von der Rindenoberfläche her fort *(Columnae Bertini)*. Von Malpighi'schen Körperchen stehen 6—8 in einer Reihe.

Fötus von 6 Monaten.

Die Rinde misst 1·43 Mm., die Markpyramide 4·93 Mm.; ausserdem ist nichts bemerkenswerthes zu erwähnen.

Fötus von 7 Monaten.

Die Rinde misst 1·56 Mm., das Mark 6·13 Mm. Die Zahl der Markcanälchen ist beträchtlich vermehrt, insbesondere sind in grosser Zahl Henle'sche Schleifen vorhanden. Die Markpapille ist lang und spitz ausgezogen, und weit in den Nierenkelch vorragend. Die Markstrahlen sind regelmässig und deutlich ausgeprägt; zwischen ihnen stehen 8—10 Malpighi'sche Körperchen über einander. Die Pseudoglomeruli stehen in dichter Reihe in der Rindenperipherie und an den Scheidewänden der einzelnen Rindenlappen. Das Bindegewebe ist relativ beträchtlich vermindert, das Blutgefässsystem reichlich und in allen seinen Theilen vollkommen entwickelt.

Neugebornes, reifes Kind.

Die Dimension der Markpyramide ist bis auf 8·31 Mm. gewachsen, die der Rinde beträgt 1·80 Mm. Die Glomeruli stehen zu 10—12 in einer Reihe. Die Markstrahlen haben an der Zahl der Röhrchen sehr zugenommen, ebenso die Markpyramide. Die

gewundenen Canälchen zeigen ebenfalls eine nicht unbeträchtliche Längenzunahme.

Kind, 7 Tage alt.

Die Dimensionen von Mark und Rinde sind ungefähr dieselben wie beim Neugebornen; die fertigen Glomeruli reichen bis an die äusserste Rindenzone und man sieht nur noch einzelne Pseudoglomeruli; jedoch ist die äusserste Lage von gewundenen Canälchen noch nicht zu einer ununterbrochenen Schichte vereinigt.

Kind, 3 Monate alt.

Das Mark misst 10·2 Mm., die Rinde 2·8 Mm. Die Glomeruli stehen in der Zahl von 14—18 übereinander. Die Canälchen der Cortex corticis sind bereits zu einer geschlossenen Schichte angewachsen, jedoch sieht man noch häufig Glomeruli unmittelbar unter der Kapsel. Pseudoglomeruli sind nicht mehr vorhanden. Das Bild beider Substanzen gleicht schon sehr dem der ausgewachsenen Niere, nur stehen die Glomeruli viel näher aneinander; ihre Zahl aber ist keinesfalls geringer als beim erwachsenen Menschen.

Der besseren Anschaulichkeit wegen stelle ich die Masse der Mark- und Rindensubstanz, sowie das Verhältniss beider in der folgenden Tabelle nebeneinander.

Alter des Individuums	Mark substanz	Rinden-substanz	Verhältniss-Zahl
2monatlicher Fötus	0·80	0·85	100 : 106
3monatlicher Fötus	1·54	0·82	100 : 53
4monatlicher Fötus	2·47	1·10	100 : 44
5½monatlicher Fötus	3·89	1·55	100 : 38
6monatlicher Fötus	4·93	1·43	100 : 29
7monatlicher Fötus	6·13	1·56	100 : 25
Neugebornes Kind	8·31	1·80	100 : 21·5
3 Monate altes Kind	10·20	2·80	100 : 27·4
13 Monate altes Kind	12·00	3·00	100 : 25
2 Jahre altes Kind	13·2	4·00	100 : 30
7 Jahre altes Kind	10·50	4·75	100 : 45
22jähriger Mann	16·00	9·00	100 : 56

Aus den angeführten Daten ergibt sich, dass man bezüglich des Wachsthums der Nieren zwei Perioden unterscheiden kann, deren erste von ihrer Anlage bis einige Tage nach der Geburt, die zweite von da weiter sich erstreckt. Die erstere ist charakterisirt durch Bildung neuer Drüsenelemente aus den bereits vorhandenen an der Peripherie der Nierenrinde, sowie durch vorwiegende Längenzunahme und Astbildung der geraden Markcanälchen. Die zweite Periode findet ihre Charakteristik darin, dass keine neuen Röhrchen und keine Malpighi'schen Körperchen mehr entstehen, während das Längenwachsthum neben den geraden Canälchen vorzugsweise die gewundenen Rindenröhrchen betrifft. Hiemit ist der Ausspruch Schweigger-Seidel's[1], dass die Nierenrinde zuerst durch Apposition und weiter durch Ausdehnung der gebildeten Drüsencanälchen wächst, bestätiget und näher präcisirt. — Die Sonderung von Mark- und Rindensubstanz muss ich aber viel weiter zurückdatiren, als Schweigger-Seidel dies gethan hat. Wir sahen ja schon am zweimonatlichen Embryo die charakteristischen Elemente der Rindensubstanz, die Malpighi'schen Körperchen, nur bis zur Hälfte der Axe des Renculus hereinreichen, während der ganze innere Abschnitt nur von den geraden Canälchen eingenommen war. Diese Scheidung des Gewebes in zwei Substanzen ist schon ursprünglich darin begründet, dass nur an den peripheren Enden der geraden Canälchen sich stets die Rindenelemente entwickeln; der erste fertige Glomerulus bildet dann für immer den Grenzstein zwischen Mark und Rinde.

Die Abtheilung der Nierensubstanz in mehrere Renculi fällt bei Thieren, denen sie überhaupt zukommt, sowie beim Menschen in eine sehr frühe Zeit. So konnte ich an der Niere eines Schweinsfötus von 15 Mm. Länge dieselben schon ganz deutlich wahrnehmen, ebenso bei einem menschlichen Embryo von 7 Wochen. Die einzelnen Rindenlappen sind da schon deutlich durch Bindegewebs-Züge umgrenzt. Es scheint, dass auch schon zu dieser Zeit, jedenfalls aber im dritten bis vierten Embryonalmonat, beim Menschen die volle Zahl der Markpyramiden in vielen Fällen bereits angelegt ist. Jedoch kommen hier,

[1] l. c. pag. 58.

wie auch beim Erwachsenen, sehr erhebliche individuelle Verschiedenheiten vor. Namentlich deutet Vieles darauf hin, dass die Spaltung Einer Pyramide in zwei oder mehrere im Laufe des Wachsthums unter Umständen vorkommt, und zwar parallel mit der Vermehrung der Rindenlappen. Ich führe dafür an, dass an Nieren Erwachsener die Zahl der Markpapillen erheblich kleiner ist, wenn die Lappung der Rinde völlig unkenntlich geworden ist, als wenn dieselbe sehr ausgeprägt vorhanden ist.

Während in dem ersteren Falle nur wenige typische Papillen zu sehen sind, die meisten derselben untereinander verschmolzen oder durch brückenartige Leisten verbunden erscheinen, finden wir in Fällen ausgesprochener Lappung der Nierenoberfläche gerade das umgekehrte Verhältniss; die Markpapillen sind in reicher Zahl vorhanden, fast durchwegs rein kegelförmig und gesondert. So konnte ich an der Niere eines 21jährigen kräftigen Mannes bei 40 gut gesonderte Rindenlappen und fast ebensoviele isolirte Markpapillen zählen. Eine andere Thatsache, welche mir für die Möglichkeit der Zerlegung einer Markpyramide zu sprechen scheint, ist die, dass in Fällen von Verwachsung zweier oder mehrer Papillen dieselbe in sehr verschiedener Weise zur Beobachtung kommt. Das einemal trifft man fast vollständige Verschmelzung oder Verbindung durch einen flachen Kamm, ein anderesmal eine schmälere oder breitere Brücke von Marksubstanz, oder endlich nur ein zartes Häutchen oder Fädchen von Bindegewebe zwischen zwei Papillen ausgespannt.

Es scheint mir keine gewagte Annahme zu sein, dass diese Formen von Verbindung zweier Papillen aus einander hervorgehen können, und dass es so schliesslich zur gänzlichen Spaltung zweier früher verwachsener Papillen kommen könne. — Zweifellos aber kann man die Zunahme der Zahl der Rindenlappen während des embryonalen Wachsthums beobachten. Sie spricht sich in der Bildung von Furchen an der Oberfläche der vorhandenen Lappen aus, welche zuerst seicht sind und stellenweise sich ganz verlieren, dann aber immer tiefer greifen und vollständiger werden. Mit diesem Vorgange parallel geht die Entwicklung der Columnae Bertini. Indem nämlich die am meisten gegen die Peripherie einer Markpyramide zu gelegenen Sammelröhrchen nicht mehr bis an die Nierenoberfläche gelangen,

sondern gegen die seitliche Umgrenzung je eines Rindenlappens zustreben, kommt es am letzteren Orte ebenfalls zur Entwicklung von reihenweise geordneten Pseudoglomeruli, aus denen Malpighi'sche Körperchen und gewundene Canälchen hervorgehen. Man sieht also dort, wo zwei Rindenlappen aneinander grenzen, zwei Reihen von Pseudoglomeruli, welche durch einen Bindegewebszug von einander scharf abgegrenzt werden. Dass in diesem Vorgange zum grossen Theile das Breitenwachsthum der Rindenlappen begründet ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

Was nun die Grösse des Wachsthums in den einzelnen Zeitabschnitten anbelangt, so ist sie, wie schon aus älteren vergleichsweisen Gewichtsbestimmungen hervorgeht, während der Fötalperiode im Verhältniss zum Gesammtkörper viel erheblicher, als während der späteren Entwicklung. Es ist nach J. F. Meckel das Gewichtsverhältniss beider Nieren beim neugebornen Kinde wie 1:80 und beim Erwachsenen wie 1 : 290; nach Huschke wie 1 : 82—100 und 1 : 225. — Die Wachsthumsverhältnisse von Mark und Rinde, nach der imaginären Axe der Renculi gemessen, sind aus der obigen Tabelle ersichtlich. Wenn auch die Einzelnziffern für Mark und Rinde bei verschiedenen Individuen dem Alter nach nicht immer entsprechende Zuwächse zeigen, so ist doch das Verhältniss von Mark und Rinde einer bestimmten Regel unterworfen, welche sich darin ausspricht, dass im Embryonalleben das Wachsthum der Marksubstanz beträchtlich über das der Rinde überwiegt, während nach der Geburt die letztere eine zusehends stärkere Zunahme aufweist als die Marksubstanz.

Die charakteristischen histologischen Differenzen zwischen der Niere des Embryo und der des Erwachsenen hat schon Schweigger-Seidel fast erschöpfend hervorgehoben. Ich stelle dieselben, wie sie sich nach seinen und meinen Beobachtungen darstellen, noch kurz zusammen. Die Eigenthümlichkeiten der fötalen Niere bestehen für die Rinde in der Anwesenheit der Pseudoglomeruli und in dem Mangel der als Cortex corticis benannten Rindenzone, ferner in der geringen Länge der gewundenen Canälchen und in der constanten Grössendifferenz der Malpighi'schen Körperchen, je nach ihrer Entfernung von

der Marksubstanz. Für die Marksubstanz ist besonders hervorzuheben, dass die Verästlung der Sammelröhrchen in der ganzen Pyramide gleichmässig erfolgt, während sie später sich auf die Spitze und Basis der Pyramide beschränkt. Für die ganze Niere ist das relativ starke Vorwiegen der bindegewebigen Zwischensubstanz, besonders an jüngeren Embryonen, eigenthümlich, eine Beobachtung, welche schon durch Remak gemacht worden ist.

Erklärung der Abbildungen.

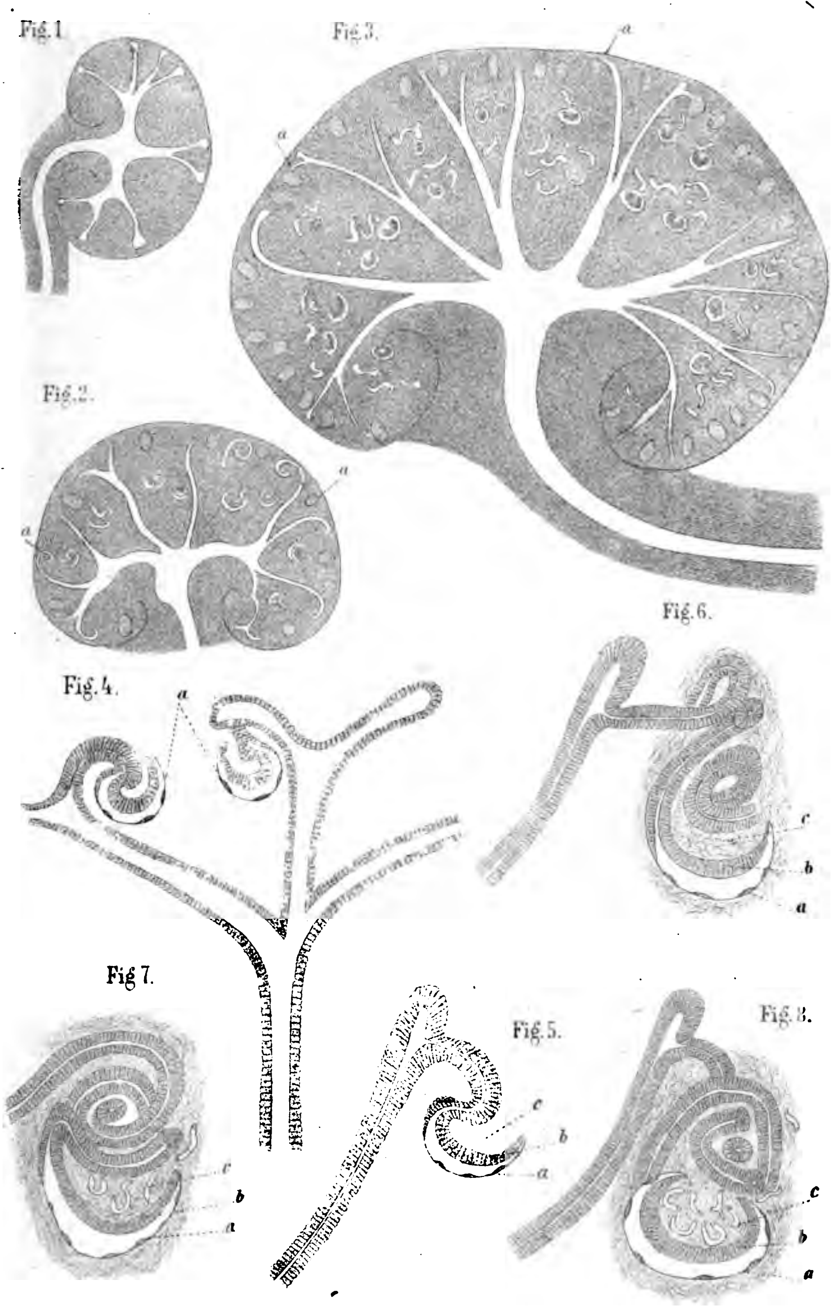
Fig. 1 stellt die Nierenanlage eines Katzenembryo von 13 Mm. Länge, in frontaler Ansicht, bei 30facher Vergrösserung dar.

Fig. 2 und 3 stellen frontale Durchschnitte durch die Mitte embryonaler Nieren dar und zeigen die schrittweise Entwicklung der Harncanälchen kurz nach ihrer ersten Anlage. Fig. 2 ist einem Kaninchen-Embryo von 15 Mm. Länge, und Fig. 3 dem 2·5 Cm. langen Embryo eines grossen Fleischerhundes entnommen. — *aa* sind die sogenannten Pseudoglomeruli. Die Epithellage der Harncanälchen sowie des Nierenbeckens und des Harnleiters ist, obwohl an den Präparaten deutlich sichtbar, ebenso wie in Fig. 1 nicht gezeichnet worden. Auch diese Abbildungen sind genau 30mal vergrössert.

Fig. 4 zeigt den peripheren Abschnitt eines verzweigten Harncanälchens mit zwei Pseudoglomeruli in ihrem ersten Entstehen (*a*). Kaninchen-Embryo von 15 Mm. Länge. Hartnak, Syst. VIII. Ocul. 3.

Fig. 5—8 zeigen die sogenannten Pseudoglomeruli aus der Niere 6 Tage alter Hündchen mit den aufeinander folgenden Stadien der Ausbildung der Malpighi'schen Körperchen. — Isolations-Präparate durch Maceration in Salzsäure gewonnen. — Bei allen waren die Harnwege vollständig mit Leimmasse erfüllt worden, und sind daher die beiden Blätter der kappenartigen Anlage der Bowman'schen Kapsel weit von einander abgehoben. — *a.* Äusseres Blatt dieser Anlage mit den Kernen der platten Epithelzellen, *b.* inneres Blatt mit Cylinderepithel, *c.* Bildungsstätte des Glomerulus, in Fig. 7 und 8 bereits mit deutlich entwickelten Gefässschlingen versehen, deren Zusammenhang mit dem umliegenden Blutgefässnetze angedeutet ist. — Hartnak, Immersions-Syst. X. Ocul. 2.

Dr. C. Toldt. Untersuchungen über das Wachsthum der Nieren etc.



Gez. v. Dr. C. Toldt, lith. v. Dr. Heitzmann jun. Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

XI. SITZUNG VOM 23. APRIL 1874.

Die deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens zu Yedo dankt, mit Schreiben vom 23. Februar l. J., für den mit ihr eingegangenen Schriftentausch.

Der n. ö. Gewerbe-Verein in Wien dankt, mit Zuschrift vom 16. April, für den ihr übermittelten Jahrgang 1873 der Sitzungsberichte.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. V. Mittheilung: Grundzüge einer Theorie des Lichtes", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Die Florenelemente in der Kreideflora", vom Herrn Prof. Dr. Const. Freih. v. Ettingshausen in Graz.

„Die Eisverhältnisse der Donau im Lande Österreich ob und unter der Enns in den Jahren 1868/9 bis 1872/3", vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Topographie und Mechanik des Mittelohres", vom Herrn Regierungsrathe Dr. E. Mach in Prag.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen durch Herrn Coggia in Marseille am 17. April l. J.

Herr Hofrath Dr. E. R. v. Brücke überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Leop. Weiss aus Giessen, betitelt: „Beiträge zur quantitativen Bestimmung des Zuckers auf optischem Wege."

Herr Prof. Dr. Friedr. Simony legt eine Abhandlung: „Über Temperatur- und Tiefenverhältnisse des Königssees" vor.

Herr Dr. Emil v. Marenzeller übergibt eine Abhandlung: „Zur Kenntniss der adriatischen Anneliden".

Herr Prof. Dr. L. Boltzmann überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Experimentelle Bestimmung der Diëlektricitätsconstante einiger Gase."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXVII, Sess. 2da. Roma, 1874; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1874. Berlin; 8°.

— — und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXVI. U Zagrebu, 1874; 8°. — Starine. Knjiga V. U Zagrebu, 1873; 8°.

Anales del Museo público de Buenos Aires. Entrega 10^a^. Buenos Aires, Paris, Halle a. S., 1872; 4°.

— del Observatorio de Marina, de San Fernando. Seccion 2^a^. Observaciones meteorológicas. Año 1872. San Fernando, 1873; 4°.

Anstalt, kgl. ungar. geologische: Évkönyve. II köt., 3. füz. Pest, 1873; 4°. — Mittheilungen. I. Band, 3. Lieferung; II. Band, 2. & 3. Lieferung. Pest, 1873; 4°. — Die Collectiv-Ausstellung ungarischer Kohlen auf der Wiener Weltausstellung 1873. Pest, 1873; 8°. — Katalog der auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 ausgestellten Nummuliten. Pest, 1873; 4°. — Die Ausstellungs-Objecte der kgl. ungar. geolog. Anstalt auf der Wiener Weltausstellung 1873. Budapest, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1980—1983. (Bd. 83. 12—15.) Kiel, 1874; 4°.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1873. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 14. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1874. Nr. 1. Prag; 8°.

— — Kgl. Sächs., zu Leipzig: Abhandlungen der philolog.-histor. Classe. VI. Band, Nr. 5; VII. Band, Nr. 1. Leipzig, 1873; 4°. Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. X. Band, Nr. 6. Leipzig, 1873; 4°. — Berichte der philolog.-histor. Classe. XXIV. Band. 1872. Leipzig, 1873; 8°. Berichte der

mathem.-phys. Classe. 1872, Heft 3 & 4; 1873, Heft 1 & 2. Leipzig, 1873; 8°. — Elemente des ersten Kometen vom Jahre 1830. Von L. R. Schulze. Leipzig, 1873; 8°.

Gesellschaft, physikal.-medicin., zu Würzburg: Verhandlungen. N. F. VI. Band, 1.—4. Heft. Würzburg, 1874; 8°.

— Deutsche, geologische: Zeitschrift. XXV. Band, 3. Heft. Berlin, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1874; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 3. Berlin, 1874; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Von Alex. Naumann. Für 1871. 3. Heft. Giessen, 1874; 8°.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 8. Graz, 1874; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 1874. Nr. 6. Wien; 4°.

Lotos. XXIV. Jahrgang. Februar, März & April 1874. Prag; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit November 1872. 4° & 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 20. Band, 1874. Heft IV. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 233. Vol. IX. London, 1874; 4°.

Plateau, J., Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires. II Volumes. Paris, Londres & Gand, 1873; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. X. Band, 1. Heft. München, 1874; 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 11 & 12. Lisboa, 1874; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. III° Année, 2° Série, Nr. 42. Paris, 1874; 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. IV° Vol., fasc. I°. Firenze, 1874; 8°.

— degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1874, Disp. 2ª. Palermo, 1874; 4°.

Société Philomathique de Paris: Bulletin. Tome X°. Janvier—Juin 1873. Paris, 1873; 8°.

Société Malacologique de Belgique: Annales. Tomes VI & VII. Années 1871 & 1872. Bruxelles; gr. 8⁰. — Procès-verbaux des séances. Tome II. Année 1873. Bruxelles; 8⁰.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nrs. 10—11. Constantinople, 1874; 4⁰.

Society, The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XVIII, Nr. 2. London, 1874; 8⁰.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 27. Jahr. (1873.) Neubrandenburg, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang. Nr. 16. Wien, 1874; 4⁰.

van der Willigen, V. S. M., Mémoires de Physique, présentés à MM. les Directeurs de la Fondation (Teyler). V. Harlem, 1874; 4⁰.

Beiträge zur quantitativen Bestimmung des Zuckers auf optischem Wege.

Von Dr. med. **Leopold Weiss** aus Giessen.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Es ist zwar durch verschiedene Versuchsreihen, in neuerer Zeit noch wieder durch die Versuche von Tscherinoff[1] bewiesen worden, dass die Untersuchung mittelst des Polarisationsapparates den Zuckergehalt des diabetischen Urins nicht in verlässlicher Weise angibt, weil einer gleichen Zuckermenge nicht immer der gleiche Drehungswinkel entspricht. Es ist aber einerseits möglich, dass wir, wenn wir einmal die Ursache dieser auffallenden Erscheinung kennen gelernt haben, auch ein Mittel finden, uns von ihr zu emancipiren; andererseits ist es jedenfalls wünschenswerth, dass wir anderweitige Fehler in der Zuckerbestimmung so viel als möglich wegzuschaffen suchen. Ich habe um so mehr geglaubt, dass es der Mühe werth sei, sich mit dieser Aufgabe zu beschäftigen, als die dabei gewonnenen Resultate nicht der Zuckerbestimmung im Urin allein, sondern der optischen Zuckerbestimmung im allgemeinen zu gute kommen.

Da es für meine Versuche nicht nothwendig war, gerade Harnzucker anzuwenden, so habe ich sie sämmtlich mit Rohrzucker, der theils in Wasser, theils in Harn aufgelöst wurde, angestellt. — Ich gab dem Rohrzucker den Vorzug, weil er als weisser Candiszucker in beliebiger Menge in nahezu chemisch reinem Zustande zu haben ist, und weil sein Drehungsvermögen bekanntermassen weniger äusseren Einflüssen unterworfen ist, als das der Glykose, beziehungsweise des Harnzuckers.

Es fiel mir zunächst auf, dass durch die Lehrbücher eine offenbar unrichtige Angabe geht, nämlich diejenige, dass die

[1] Sitzb. der Wiener Akademie. Bd. 51, Abthl. II, S. 412.

Werthe, welche man mit dem Biot schen, beziehungsweise Mitscherlich'schen Saccharometer erhält, wenn man auf die Teinte de passage einstellt, identisch sind mit denjenigen, welche man erhält, wenn man mit diesen Instrumenten bei dem gelben Licht der Natronflamme arbeitet und auf Dunkel einstellt. Es ist dies offenbar ein Irrthum, der sich aus der Zeit herschreibt, als man das Violett noch für das Complement der gelben Farbe der Natronflamme hielt; dieses Complement ist aber, wie Helmholtz später gezeigt hat, nicht Violett, sondern Ultramarinblau. Das Complement der Teinte de passage muss nach unseren jetzigen Kenntnissen ein Grüngelb sein, welches von dem Gelb der Natronflamme nicht unbedeutend verschieden ist.

Es handelt sich also darum, zu untersuchen, wie weit die Werthe auseinanderfallen, welche man erhält, wenn man einmal die Teinte de passage benützt, das anderemal mit dem gelben Lichte der Natronflamme arbeitet. Letzteres stellte ich mir dar, indem ich auf Platinösen Sodaperlen in die lichtlose Flamme eines Bunsen'schen Brenners brachte.

In folgender Tabelle sind die Werthe enthalten, die ich erhielt, wenn ich nacheinander bei der Natronflamme auf Dunkel und bei dem weissen Licht der Gasflamme auf Teinte de passage einstellte, und aus je 20 Ablesungen das Mittel nahm.

I.

Ordnungsnummer	Concentration der Lösung $\left(\frac{p}{V}\right)$	Drehung der Polarisationsebene, in Graden ausgedrückt, für	
		Natronflamme (auf Dunkel eingestellt)	Einstellung auf Teinte de passage
1	0·1942	26·94	27·13
2	0·0971	13·16	13·66
3	0·1936	25·45	26·10
4	—	13·72	14·16
5	0·1	13·50	13·96
6	0·05	6·595	6·77

Wie man sieht, ist durchweg der sich auf Teinte de passage beziehende Werth grösser, als der bei derselben Lösung bei Anwendung der Natronflamme gefundene.

Will man das Verhältniss beider näher bezeichnen, so erhält man, den für die Natronflamme gefundenen Werth = 1 gesetzt,

bei Lösung 1 das Verhältniss 1 : 1·044
„ „ 2 „ „ 1 : 1·038
„ „ 3 „ „ 1 : 1·026
„ „ 4 „ „ 1 : 1·033
„ „ 5 „ „ 1 : 1·033
„ „ 6 „ „ 1 : 1·027

und als Mittel

1 : 1·034.

Ein gleiches sieht man, wenn man die in der folgenden Tabelle enthaltenen Werthe, die sich auf Einstellung auf Teinte de passage und auf Natronlicht beziehen, mit einander vergleicht.

II.

Ordnungsnummer	Anzahl der Gramme Zucker in 110·54 CC.-Lösung	Einstellung auf Dunkel				Einstellung auf Teinte de passage	Differenz der Maxima und Minima	Beobachter
		Bei dem gelben Licht der Natronflamme, Mittel aus je 20 Ablesungen	Differenz der Maxima und Minima	Bei rothem Licht mit vorgesetztem Überfangglas	Differenz der Maxima und Minima			
1	16·105	18·852	0·25	16·088	0·25	19·58	0·3	ich
		18·77	0·4	15·74	0·2	19·9	0·4	Dr. Fleischl
2	17·275	20·935	0·25	17·87	0·25	21·215	0·35	ich
		—	—	—	—	22·1	0·3	Dr. Fleischl
3	21·413	25·09	0·4	21·39	0·5	25·45 ?	0·7	ich
		25·5	0·2	21·4	0·45	26·47	0·35	Dr. Exner
4	21·86	25·79	0·35	22·01	0·25	26·88	0·7	ich
		26·03	0·6	21·32	0·2	27·12	0·35	Dr. Fleischl
5	33·26	39·635	0·2	33·875	0·6	41·19	0·9	ich
		39·32	0·3	33·88	0·3	40·98	0·25	Dr. Fleischl

Berechnet man aus diesen Zahlen nach der Gleichung $\alpha = \frac{a \cdot V}{l \cdot p}$ die Moleculardrehung, so erhält man als Mittel:

für das gelbe Licht der Natronflamme	für das rothe Licht bei vorgesetztem rothen Glas	für Einstellung auf Teinte de passage
65·53°	55·37° [1]	68·44°

Vergleicht man die gefundenen Zahlen, so ergibt sich folgendes Verhältniss der gefundenen Werthe untereinander, die Werthe, bei Anwendung der Natronflamme gefunden, = 1 gesetzt.

III.

Lösung	Werth für Natronflamme	rothes Licht	Teinte de passage
1	1	0·853	1·038
	1	0·838	1·06 *
2	1	0·806 *	1·013 *
	1	0·852	—
3	1	0·839	1·038
	1	0·821	1·042
4	1	0·811	1·042
	1	0·852	1·04
5	1	0·86 *	1·042

Als Mittel ergibt sich hieraus:

1 : 0·837 : 1·0393.

Lässt man in jeder Columne die besternten Zahlen als die zwei differentesten Werthe weg, so erhält man als Mittel:

1 : 0·838 : 1·04 [2]

---

[1] Biot fand bei vorgesetztem Überfangglas 55·225. Mousson, Physik, Bd. II, S. 571.

[2] Wie man sieht, ergibt sich aus Vergleichung der für Natronlicht und Teinte de passage gefundenen Werthe des specifischen Drehungs-

Vergleicht man die in Tabelle II enthaltenen Werthe, die sich auf das gelbe Licht der Natronflamme und auf Einstellung auf Teinte de passage beziehen, mit einander, so findet man auch hier, dass die Werthe, die bei Einstellung auf Teinte de passage gefunden wurden, durchweg grösser sind, als die bei Natronlicht gefundenen. War in der ersten Tabelle das Verhältniss zwischen beiden 1 : 1·034, so ist es in der zweiten 1 : 1·04, den Werth für gelbes Licht gleich 1 gesetzt.

Bei der Einstellung auf Teinte de passage fiel es mir auf, dass sowohl Herr Dr. Fleischl als auch Herr Dr. Exner merklich grössere Ablesungswerthe erhielten als ich, wie dieses auch aus Tabelle II, abgesehen von der fünften Lösung, ersichtlich ist. Ist die Einstellung auf Teinte de passage schon an und für sich schwieriger als die auf Dunkel bei Natronlicht, so kommt für mich bei Einstellung auf Teinte de passage noch die weitere Schwierigkeit hinzu, dass mein Auge, wie ich mir bewusst bin, bei einer sonst übernormalen Sehschärfe von $^{25}/_{20}$, für feinere Farbennüancen nicht sehr empfindlich ist. Ich muss daher den von den beiden Genannten abgelesenen Drehungswinkeln mehr Werth beilegen, als meinen Ablesungen. Schalte ich meine Zahlen aus, so ergibt sich als Mittel für das Drehungsvermögen bei Einstellung auf Teinte de passage 68·75. Diese Zahl mit der bei Anwendung des Natronlichtes gefundenen, 65·53, verglichen, zeigt sich das Verhältniss 1 : 1·049, während, die von mir gefundenen Zahlen mitgerechnet das Verhältniss 1 : 1·04 gefunden wurde.

Ein anderer Satz der Lehrbücher sagt aus, dass man, um die bei rothem Licht gefundenen Werthe in solche für die Teinte de passage, beziehungsweise in solche für gelbes Natronlicht umzurechnen, sich des Factors $^{30}/_{23}$ bedienen soll. Unter dem rothen Lichte kann hier wohl nur das verstanden werden und hat wohl nur das ein praktisches Interesse, welches durch die mit Kupferoxydul gefärbten Überfanggläser hindurchgeht, denn dieser bedient man sich, um das andersfarbige Licht abzu-

vermögens das etwas grössere Verhältniss 1 : 1·044. Es hat dies seinen Grund hauptsächlich darin, dass der bei Lösung 2 für Teinte de passage gefundene Werth 22·1 in Tabelle III nicht verwendet werden kann.

blenden. Die Anwendung vom Roth des Spectrums bei dergleichen Beobachtungen ist so umständlich, dass sie praktisch niemals in Gebrauch kommen wird. Ich habe deshalb Parallelversuche mit reiner Rohrzuckerlösung angestellt, so dass das einemal beim Lichte der Natronflamme beobachtet wurde, das anderemal beim Lichte eines leuchtenden Gasbrenners, während vor das Ocular des Polarisationsapparates ein rothes Überfangglas gelegt war.

Dieses Glas liess nicht allein reines Roth durch, sondern auch noch Strahlen, welche zwischen diesem und der Natronlinie liegen. Man konnte aber dennoch recht gut mit demselben auf Dunkel einstellen.

Die Werthe, die hier gefunden wurden, sind in der folgenden Tabelle enthalten. Auch hier bilden die in derselben befindlichen Zahlen das Mittel von gewöhnlich 20 Ablesungen.

IV.

Ordnungs-nummer	Concentration der Lösung	Grösse der Drehung, in Graden ausgedrückt	
		bei gelbem Licht	bei rothem Licht
1	0·38636	52·69	45·08
2	0·19318	26·94	22·91
3	0·09659	13·11	11.14
4	0·1936	25·6	21·3
6	0·2	26·51	22·6
5	0·1	13·5	11·5

Den Werth für gelbes Licht gleich 1 gesetzt, so ergibt sich

bei Lösung 1 das Verhältniss 1 : 0·855
„ „ 2 „ „ 1 : 0·85
„ „ 3 „ „ 1 : 0·846

bei Lösung 4 das Verhältniss 1 : 0·83
„ „ 5 „ „ 1 : 0·85
„ „ 6 „ „ 1 : 0·86

und als Mittel das Verhältniss

1 : 0·849

oder

30 : 25·47

Einen diesem sehr ähnlichen Werth erhält man aus Tabelle II. Es ergibt sich bei Vergleichung der bei vorgesetztem rothen Glas und bei Natronflamme erhaltenen Werthe das Verhältniss

1 : 0·838

oder

30 : 25·14.

Vergleicht man in Tabelle II die für Teinte de passage und rothes Licht gefundenen Werthe, so ergibt sich aus dieser Vergleichung das Verhältniss

30 : 24.

Eine ähnliche Vergleichung habe ich mit Hilfe eines Wild-schen Polaristrobometers angestellt. Es zeigte sich aber hier, dass dasselbe dem Mitscherlich'schen Saccharometer zwar an Genauigkeit weit überlegen ist, wenn man das gelbe Licht der Natronflamme anwendet, dass aber mit dem rothen Glase keineswegs entsprechend genaue Werthe gefunden werden, wie es die Zahlen in der folgenden Tabelle zeigen.

Es liegt dies daran, dass das Glas nicht vollständig monochromatisch ist und das Verschwinden der Streifen nicht so gleichmässig und plötzlich erfolgt, wie bei Anwendung des gelben Lichtes der Natronflamme.

Folgende Tabelle enthält die gefundenen Werthe:

V.

Ordnungsnummer	Anzahl der Gramme Zucker in 110·54 CC. Lösung	Bestimmung des Nullpunktes	Drehung der Polarisationsebene, in Graden ausgedrückt				Beobachter
			Bei Natronlicht	Differenz der Maxima und Minima	Bei rothem Glas	Differenz der Maxima und Minima	
1	16·105	49·32°	21·169	0·12	17·844	0·2	ich
2	17·275	49·32	22·708	0·09	19·73	0·2	ich
			22·7	0·15	19·83	0·3	ich
3	21·413	49·33	28·273	0·09	—	—	ich
		49·33	28·281	0·05	—	—	Dr. Fleischl
		49·33	28·41	0·15	—	—	Dr. Exner
4	21·86	49·32	28·54	0·1	24·28	0·2	ich
		49·32	28·53	0·15	—	—	Dr. Fleischl
5	33·26	49·33	43·675	0·15	37·62	0·17	ich
		49·3	43·79	0·1	38·1	0·35	Dr. Fleischl
		49·14	43·95	0·12	—	—	Dr. Exner

Bei allen Ablesungen wurde derart verfahren, dass auf den Moment eingestellt wurde, in dem bei Drehung von links nach rechts eben die Interferenzstreifen verschwanden. Die Länge der angewandten Röhre betrug 220 Mm.; berechnet man hiernach aus den Zahlen der Tabelle das specifische Drehungsvermögen, so erhält man als Mittel bei Anwendung des gelben Lichtes der Natronflamme 66·064, als Mittel bei vorgesetztem rothen Glas 56·75.

Setzt man den der Natronflamme entsprechenden Werth gleich 1, so ergibt sich zwischen beiden das Verhältniss

$$1 : 0{\cdot}86$$

oder

$$30 : 25{\cdot}8$$

also ein Werth, der noch mehr von dem üblichen Reductionsfactor abweicht. Ich lege übrigens wegen des eben erwähnten Übel-

standes, welchen das Poraristrobometer beim Arbeiten mit dem rothen Glase zeigte, mehr Werth auf das Resultat, welches mit dem Mitscherlich'schen Saccharometer erzielt wurde. Der Wahrscheinlichkeit nach würde man sich, wenn alle rothen Überfanggläser gleich wären, am besten des einen oder des anderen Reductionsfactors bedienen, je nachdem man die Drehung für rothes Licht mit dem Mitscherlich'schen oder mit dem Wild-schen Instrumente bestimmt hat.

Es muss aber bemerkt werden, dass Abweichungen, wie sie zwischen meinem Befunde und dem üblichen Factor bestehen, von der Tiefe der Färbung des angewendeten Glases abhängen können, denn wenn auch alle diese Gläser durch die Gleichheit des Färbemittels qualitativ dasselbe Spectrum geben, so lassen doch die tiefer gefärbten weniger Gelb durch als die lichten. Wenn man sich also irgend eines rothen Glases bedient, so hat man stets durch Vorversuche mit einer farblosen drehenden Flüssigkeit den Reductionsfactor für dasselbe zu bestimmen, sobald es sich um eine grössere Genauigkeit handelt.

Wie übrigens aus den Untersuchungen von Prof. Stefan hervorgeht, lassen sich die Drehungswerthe für verschiedene Spectralfarben ausdrücken durch die Gleichung

$$\varphi = R + \frac{S}{\lambda^2},$$

worin φ den Drehungswinkel, R und S Constante und λ die Wellenlänge des betreffenden Lichtes bedeuten. Es ist dieses die Gleichung, die auch schon Cauchy und Lang für die Berechnung der Drehungswinkel angewandt haben.

Broch fand durch directe Beobachtung für eine 1 Mm. dicke, senkrecht zur Achse geschnittene Quarzplatte folgende Drehungswerthe für die Fraunhofer'schen Linien

B.......	15·3
C.......	17·24
D.......	21·67
E.......	27·46
F.......	32·5
G.......	42·2.

Stefan[1] fand indirect unter anderen die Drehungswerthe für Linie

	B	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
	15·5	17·19	21·79	27·73	33·05	42·58
und	15·68	17·32	21·7	27·57	33·79	42·88.

Broch's Werthe lassen sich annähernd wiedergeben durch die Gleichung:

$$\varphi = -1 \cdot 581 + \frac{8 \cdot 0403}{\lambda^2 . 10^6}.$$

Beträgt die Wellenlänge in Zehntausendsteln eines Millimeters für die Fraunhofer'schen Linien

B....... 6·878
C....... 6·564
D....... 5·888
E....... 5·26
F....... 4·843
G....... 4·291
H....... 3·928

so erhält man aus der Gleichung

$$\varphi = -1 \cdot 581 + \frac{8 \cdot 0403}{\lambda^2 . 10^6}$$

die Drehungswerthe für:

B....... 15·41
C....... 17·08
D....... 21·61
E....... 27·48
F....... 32·7
G....... 42·09

Quarz und Zuckerlösungen drehen die Polarisationsebene nahezu in gleicher Art. Es ist daher erlaubt, die für Quarz gefundenen Werthe hier anzuziehen.

Mit Zugrundelegung des Verhältnisses 30 : 23 für gelbes und rothes Licht ergibt sich hieraus, wenn der Werth für gelbes

[1] Sitzb. der Wiener Akademie. Jahrg. 50, II. Abth., S. 110.

Licht 21·61 beträgt, für rothes Licht ein Werth 16·567, ein Werth, der einem Licht entspricht, welches als monochromatisch vorgestellt eine Wellenlänge von 0·0006658 Mm. hat. Bei Annahme des Verhältnisses 30 : 25·5, wie es annähernd aus den Tabellen II, IV und V resultirt, wird dagegen für rothes Glas der Werth 18·3685 erhalten, welcher einem Roth zugehört, dessen Wellenlänge 0·00063485 Mm. ist.

Biot fand bei vorgesetztem rothen Glas für eine 1 Mm. dicke Quarzplatte einen Drehungswerth 18·414. Wird dieser Werth in die obige Gleichung eingesetzt, so ist hieraus ersichtlich, dass dieses Roth einer Wellenlänge von 0·00063412 entspricht; das von mir benutzte rothe Überfangglas steht also in seiner Durchgängigkeit für Licht dem von Biot angewandten sehr nahe.

Für Rohrzucker wurde von Arndtsen[1] folgende Reihe von Drehungswerthen gefunden für die Fraunhofer'schen Linien

C.....	53·41
D.....	67·07
E.....	85·406
b	88·56
F.....	101·38
e	126·325

Werthe, die sich annähernd durch die Gleichung

$$\varphi = \frac{2538}{\lambda^2} - 5 \cdot 58$$

wiedergeben lassen, wobei zu bemerken ist, dass in dieser Gleichung die Wellenlänge in Zehntausendsteln eines Millimeters angegeben ist.

Nach dieser Gleichung entspricht der für *D* gefundene Werth 67·07 einer Wellenlänge 5·9155.

Bei der Annahme des Verhältnisses 30 : 23 für gelbes und rothes Licht erhält man, wenn 67·07 der Werth für die Natron-

[1] Wüllner, Experimentalphysik. Bd. II, S. 587.

flamme ist, für Roth 51·42. Ist für 67·07 die zugehörende Wellenlänge 5·9155 so ist sie für 51·42 = 6·672. Das Verhältniss beider Wellenlängen auf die von Fraunhofer mit 5·888 für Linie *D* angegebene Wellenlänge bezogen, ergibt

5·888 : 6·65

ein fast gleiches Verhältniss, wie es schon oben gefunden wurde.

Wird für gelbes und rothes Licht das Verhältniss 30 : 25·5 zu Grunde gelegt, so erhält man für Roth den Werth 57·0. Bezieht sich der Werth 67·07 auf eine Wellenlänge von 5·9155, so bezieht sich der von 57 auf eine Wellenlänge von 6·37 zehntausendstel Millimeter. Auf eine Wellenlänge von 5·888 bezogen, lässt sich letzteres Verhältniss auch wiedergeben in

5·888 : 6·34.

Letzterer Werth stimmt gleichfalls mit dem schon oben gefundenen nahezu überein.

Bei einer Annahme des Verhältnisses 30 : 23 entspricht der Werth für Roth einem Roth, das zwischen *B* und *C* liegt und zwar näher an *B* — bei der Annahme des Verhältnisses 30 : 25·5 einem Roth, das zwischen *C* und *D* liegt und zwar näher an *C*, ungefähr bei 783 nach Kirchhoff.

Ist der bei Einstellung auf Teinte de passage gefundene Werth nicht, wie angegeben wird, dem für das Gelb der Natronflamme, auf Dunkel eingestellt, gefundenen gleichzusetzen, so fragt es sich: Mit welcher Spectralfarbe gibt die Teinte de passage gleiche Drehung?

Wenn man das monochromatische Complement der Teinte de passage aufsucht aus dem Werthe, welchen ich gefunden habe, so findet man ein Licht, dessen Wellenlänge sich zu dem für Linie *D* verhält, wie 5·77 : 5·888, ein Licht, dessen Stelle im Spectrum ungefähr in die Region der grössten Helligkeit fällt, oder genauer gesagt im Gelb liegt beiläufig bei 1100[1], zwischen Linie *D* und der Stelle der grössten Lichtintensität. Man erhält diesen Werth gleichfalls mit Zuhilfenahme der Stefan'schen Gleichung.

---

[1] Ditscheiner, Sitzb. der Wiener Akademie. Jahrg. 52, II. Abth., S. 295.

Für die Teinte de passage wurde ein Werth gefunden, der 1·04 mal grösser war, als der für das gelbe Licht der Natronflamme erhaltene.

Beträgt also der Drehungswerth für Linie *D* nach Arndtsen für Rohrzucker 67·07, so würde sich für Teinte de passage hiernach der 1·04mal grössere Werth 69·75 ergeben. Diesen Werth in die Gleichung

$$\varphi = -5 \cdot 58 + \frac{2538}{\lambda^2}$$

eingesetzt, erhält man $\lambda = 5 \cdot 803$. Den Werth 67·07 in die Gleichung gesetzt, erhält man $\lambda = 5 \cdot 9155$. Will man das Verhältniss auf die Wellenlänge 5·888 reduciren, so ergibt sich

$$5 \cdot 888 : 5 \cdot 77.$$

In gleicher Weise kann man die Stefan'sche Gleichung für die Drehungswinkel des Quarzes zu Hilfe nehmen.

Ist hier die Drehung für die Linie *D* bei einer Wellenlänge von 5·888 zehntausendstel Millimeter 21·61, so entspricht der 1·04mal grössere Werth bei Einstellung auf Teinte de passage einer Wellenlänge von 5·78.

Hatte man aus dem oben angeführten Grunde in Tabelle II die von mir bei Einstellung auf Teinte de passage gefundenen Werthe ausgeschaltet, so erhielt man zwischen den Werthen, die sich auf Natronlicht und Übergangsfarbe bezogen, das Verhältniss 1 : 1·049. Wird dieses Verhältniss zu Grunde gelegt, so kann der für Teinte de passage gefundene Drehungswerth gleich gesetzt werden einem solchen, den man erhalten würde bei Einstellung auf Dunkel, unter Anwendung eines monochromatischen Lichtes von 5·754 zehntausendstel Millimeter Wellenlänge.

Wie man sieht, fällt im letzteren Falle dieses Licht im Spectrum noch näher an die Stelle der grössten Lichtintensität.

Eine andere Frage, die entschieden werden musste, war die, in wiefern sich die Werthe beim Arbeiten mit gemischtem Lichte, also mit Benutzung der Teinte de passage ändern, wenn die Flüssigkeit mehr oder weniger gefärbt ist; ich habe die Untersuchung hierüber bis jetzt nur mit specieller Rücksicht auf den Urin angestellt.

Man muss sich hier zunächst gegenwärtig halten, dass selbst bei den schwach gefärbten Urinen eine Teinte de passage im gewöhnlichen Sinn des Wortes nicht mehr existirt, sondern dass man im allgemeinen darauf angewiesen ist, auf die dunkelste Schattirung einzustellen, welche man findet. Da aber die Farben zu beiden Seiten derselben keineswegs identisch sind, und das Urtheil über Helligkeit und Dunkelheit bekanntlich merklich unsicher wird, wenn man mit verschiedenen Farben zu thun hat, so hat das Einstellen beim gemischten Lichte, sobald der Urin nur einigermassen gefärbt ist, stets eine gewisse Unsicherheit, und doch ist es gut, sich damit vertraut zu machen, weil man des unveränderten Zuckergehalts des Urins nicht mehr sicher ist, wenn man ihn künstlich entfärbt hat. Wo man über Gas und Bunsen'sche Brenner disponirt, wird man freilich in vielen Fällen die Schwierigkeit dadurch umgehen, dass man das Licht der Natronflamme anwendet; indessen wird man dasselbe schon unter diesen Umständen nicht stark genug finden, wenn es sich um tief gefärbte Urine handelt. Wo man nicht über Gas disponirt und auf die Flamme einer Spirituslampe angewiesen ist, deren Docht mit Kochsalz eingerieben ist, tritt dieser Übelstand noch viel störender hervor.

Bei den Arbeiten mit mehr oder weniger tiefgefärbten Urinen schlug ich folgenden Gang ein. Zunächst musste constatirt werden, nachdem der Urin filtrirt, dass derselbe auch frei war von drehenden Substanzen. Im Falle der Nichtbeachtung dieses Umstandes könnte man begreiflicherweise Ablesungswerthe erhalten, deren Grösse nicht allein von der bekannten, in der Lösung enthaltenen Zuckermenge abhing, sondern im Verhältniss zu der Zuckermenge zu gross oder zu klein ausfiel, je nachdem im Lösungsmittel schon von vornherein rechts- respective linksdrehende Substanzen enthalten waren.

Weiters verschaffte ich mir das Spectrum einer stark leuchtenden Gasflamme und brachte dann zwischen Flamme und Prisma eine Schichte des zur Untersuchung bestimmten Urins. In dem Mitscherlich'schen Apparat beträgt die Länge der zwischen die Nicols eingeschobenen Lösungsschichte zwei Decimeter; um die Verhältnisse möglichst gleich zu machen, brachte ich diese mit Urin gefüllte Röhre zwischen Lampe und Prisma

und sah so aus den Veränderungen, welche dadurch das Spectrum erlitt, welche Farben durch die zwei Decimeter dicke Schichte des in Frage stehenden Urins durchgelassen wurden. Hierbei zeigt sich auch bei nur sehr schwach gefärbten Urinen eine wesentliche Verkürzung des Spectrums nach dem Violett.

Indem ich mir über dem Spectrum der Gasflamme ein gleich grosses, dem Tageslicht angehörendes, Spectrum verschaffte, war es mir möglich, genau anzugeben, bis wie weit die Verkürzung reichte.

Die Farbe des zuerst untersuchten Urins war dunkel gelbroth. Der Urin war frei von drehender Substanz. Mittelst desselben wurde eine Lösung von der Concentration bereitet, dass in 110·62 CCm. 18·584 Grm. Zucker enthalten waren. Wollte man jetzt mit dem Licht der Gaslampe auf Teinte de passage einstellen, so zeigte es sich, dass von Farben nichts zu sehen war. Bei einer bestimmten Stellung der Nicols erhielt man am wenigsten Licht; und es war die einzige Möglichkeit, auf diese Stelle der geringsten Helligkeit einzustellen.

Geschah dieses, so wurden folgende Werthe erhalten:

Bestimmung des Nullpunktes	Abgelesener Werth	Grösste Differenz innerhalb einer Reihe von 10 Ablesungen	Grösse der Drehung	Beobachter
— 6·08°	12·57°	1°	18·65°	Prof. v. Brücke
— 6	12·32	0·3	18·32	Dr. Exner
— 5·9	12·62	0·8	18·52	ich

Berechnet man aus diesen Zahlen das specifische Drehungsvermögen, so erhält man

55·5 (Brücke)
54·52 (Exner)
55·12 (ich).

Wie man sieht, sind das Werthe, die nahezu vollständig mit den für rothes Glas in Tabelle II gefundenen übereinstimmen.

Daraus dürfte folgen, dass, wenn man das rothe Glas vorsetzt, man die gleichen Werthe erhält. Geschieht dies, so stellen sich aber der Einstellung Schwierigkeiten in den Weg. Lässt schon der tief gefärbte Urin wenig Licht durch, so wird jetzt noch weiters die Lichtintensität durch das vorgesetzte rothe Glas vermindert. In Folge dessen sieht man jetzt bei Drehung innerhalb der Grenzen einiger Grade dunkel. Diese Grenzen liegen im gegebenen Falle ungefähr bei 16° und 20°, der bei weissem Licht gefundene Werth fällt also nahezu in die Mitte der bei rothem Glas gefundenen Grenzwerthe.

Die Einstellung bei dem gelben Licht der Natronflamme war noch schwieriger, fast unmöglich.

Die Farbe eines zweiten Urins war ein sehr helles Gelb. Nachdem derselbe filtrirt und geprüft war, dass er rein von drehenden Substanzen, bereitete ich mir mit ihm eine Lösung, in der 18·87 Grm. Zucker in 110·54 CC. Lösung enthalten sind. Arbeitete man mit dem Licht der Gaslampe, so zeigten sich zwar bei verschiedener Stellung der Nicols verschiedene Farben, aber auf eine eigentliche Teinte de passage, mit den dieser zukommenden Eigenschaften war nicht einzustellen. Auch hier zeigte sich bei einer bestimmten Drehung eine Stelle geringster Helligkeit. Stellte man auf diese ein, so erhielt man folgende Drehungswerthe:

Beobachter	Grösse der Drehung, in Graden ausgedrückt	Grösste Differenz innerhalb einer Reihe von 10 Ablesungen
Prof. v. Brücke	22·94	0·5
ich	22·28	0·5

Aus diesen Zahlen ergibt sich das specifische Drehungsvermögen 66·22.

Arbeitete man bei diesem Urin mit dem gelben Lichte der Natronflamme, und stellte man auf Dunkel ein, so erhielt man nahezu gleiche Werthe, nämlich

22·9° (Herr Prof. v. Brücke)
22·17° (ich);

hieraus ergibt sich für das specifische Drehungsvermögen

65·86

Wurde bei dem ersten Urin, dessen Farbe rothgelb war, bei Gaslicht ein Werth gefunden, der dem rothen Glase entspricht, so wurde jetzt bei dem gelben Urin bei Arbeiten mit Gaslicht ein Werth gefunden, der dem der Natronflamme entsprechenden sehr nahe steht.

Unter diesen Umständen lag es nahe, zu sehen, welche Farben vom Licht der Gaslampe durch die 200 Mm. lange Schichte gefärbten Urins noch durchgelassen werden. Es geschah dies auf die schon erwähnte Art, und wurde in solcher Weise der zweit untersuchte Urin in einer Schichte von 200 Mm. zwischen Lampe und Prisma gebracht, so ergab sich selbst bei diesem so sehr hellen Urin eine Verkürzung des Spectrums bis zur Linie *b*. Bis hierhin waren die Farben des Spectrums deutlich.

Es versteht sich von selbst, dass ich den Versuchen dieser Art nur einen relativen Werth zuschreibe, denn bei grösserer Lichtstärke würde die Verkürzung des Spectrums ohne Zweifel geringer gewesen sein.

Ein dritter Urin ist gelbroth; auch er ist frei von drehenden Substanzen. Bringt man von ihm eine Schichte von 40 Mm. Dicke zwischen Lampe und Prisma, so erscheint das Spectrum bis zur Linie *F* verkürzt, bei einer solchen von 200 Mm. Dicke sieht man nur noch das Roth des Spectrums und anschliessend an dieses noch eine hellere Partie, deren Farbe mir aber nicht Gelb, sondern eher Grün erscheint, offenbar in Folge der Contrastwirkung und der Schwäche des Lichtes.

Nach diesem Befunde konnte man sich schon a priori construiren, was bei der Einstellung mit Gaslicht zu erwarten war.

Und so war es denn auch hier wieder nur möglich, auf eine Stelle geringster Helligkeit einzustellen; von dieser Stelle ausgehend, wurde bei Drehung nach rechts das Gesichtsfeld röthlich, bei Drehung nach links wurde es heller, zeigte aber keine deutliche Farbe.

Wurde so eingestellt, dass die dunkelste Stelle in die Mitte des Gesichtsfeldes kam, so wurden folgende Zahlen erhalten:

18·76° }
17·99 } (Herr Dr. Exner)
18·9 (ich).

In 110·54 CC. Lösung waren 17·64 Grm. Zucker enthalten.

Berechnet man hiernach aus den gefundenen Zahlen das specifische Drehungsvermögen, so erhält man

58·1°.

Herr Prof. v. Brücke stellte auf Verdrängung des Roth ein und erhielt als Mittel einer grösseren Anzahl Ablesungen

17·84°.

Aus dieser Zahl ergibt sich eine Moleculardrehung von

55·83°.

Wurde das rothe Glas vorgesetzt, so wurde allerdings die Schwierigkeit des Einstellens bedeutend grösser, doch war immerhin noch leidlich genau einzustellen, da die Farbe des jetzt in Betracht kommenden Urins nicht so tief war, wie die des zuerst untersuchten.

Es wurden hier folgende Werthe erhalten:

17·45° (Prof. v. Brücke)
17·14 }
17·46 } (Dr. Exner)
17·61 (ich).

Als Mittel erhalten wir hieraus für das specifische Drehungsvermögen

54·71°.

Der bei weissem Licht gefundene Werth liegt also dem für Roth gefundenen nahe.

Mit dem gelben Lichte der Natronflamme war es nicht möglich einzustellen, weil die Flüssigkeit davon zu wenig hindurchliess.

Die Farbe eines vierten Urins ist hellgelb. Derselbe ist frei von drehenden Substanzen; eine 200 Mm. dicke Schichte lässt

Roth, Gelb, Grün und auch noch etwas Blau durch. Wird Gaslicht benutzt, so sieht man Farben und kommt bei einer bestimmten Drehung an eine Stelle geringster Helligkeit, nach links von dieser Stelle erscheint Roth, nach rechts wird das Gesichtsfeld heller und zeigt einen leichten grünlichen Schein. Stellt man auf diese dunkelste Stelle ein, so werden beim weissen Licht folgende Werthe erhalten:

24·58° (Herr Dr. Exner)
24·3 (ich);

bei dem gelben Lichte der Natronflamme

24·65° (Herr Dr. Exner)
24·7 (ich);

bei vorgesetztem rothen Glas

21·05° (Herr Dr. Exner)
21·4 (ich).

In der Lösung waren in 110·54 CC. 21·22 Grm. Zucker enthalten.

Berechnet man hiernach aus den gefundenen Werthen das specifische Drehungsvermögen, so ergeben sich für dieses die Werthe:

Für Einstellung bei Gaslicht

63·65°.

Für Einstellung bei dem gelben Licht der Natronflamme

64·26°.

Für Einstellung mit rothem Licht

55·28°.

Ein fünfter Urin war gelb; wurde eine 200 Mm. dicke Schichte deselben zwischen Lampe und Prisma gesetzt, erschien das Spectrum der Flamme von Linie *b* an verkürzt.

Ein sechster war rothgelb. Eine 200 Mm. dicke Schichte desselben liess nur Roth durch; anschliessend an das Roth des Spectrums zeigte sich bis über Linie *D* hinaus noch etwas Hell: aber nicht Gelb, sondern eher Grün war die Farbe dieser noch

hellen Partie des Spectrums, ähnlich wie in dem oben erwähnten Falle.

Bei dem Versuch, mit Gaslicht zu arbeiten, zeigt sich bei dem fünften Urin ein ganz analoges Verhalten wie bei den beiden anderen hellgelben Urinen. Die Werthe, die in diesem Falle erhalten werden, kommen nahezu überein mit den bei Natronflamme gefundenen.

In gleicher Weise stimmen die Werthe, die bei Benützung Gaslichtes bei dem rothgelben Urin gefunden wurden, überein mit den für rothes Glas in Tabelle II gefundenen. Mit vorgesetztem rothen Glas zu arbeiten, war sehr schwierig, die Einstellung mit dem gelben Licht der Natronflamme unmöglich.

Bei diesem letzten Urin war wie bei dem ersten bei keiner Drehung etwas von verschiedenen Farben zu sehen.

Dass es so schwierig, selbst unmöglich war, bei tief gefärbten Urinen zu arbeiten, wenn das rothe Glas vorgesetzt war, hatte seinen Grund darin, dass die schon an und für sich geringe Lichtmenge, die durch die 200 Mm. dicke Schichte gefärbter Flüssigkeit durchgelassen wurde, durch das vorgesetzte Glas eine weitere nicht unbeträchtliche Einbusse an Intensität erlitt. War nur das Licht, das benützt wurde, hinlänglich intensiv, so musste es schon möglich sein, auch bei vorgesetztem rothen Glas einzustellen.

Dass dem so sei, davon überzeugte ich mich, nachdem ich mir mittelst der Harnecker'schen Lampe ein sehr intensives Licht verschafft hatte. Jetzt konnte ich auch, wenn dem tiefgefärbten Urin das rothe Glas vorgesetzt wurde, genau einstellen.

Natürlich kann statt der Harnecker'schen Lampe auch jede andere Quelle intensiven Lichtes angewendet werden; sie muss nur reichlich rothes Licht ausstrahlen.

Wenn man also über die nöthigen Hilfsmittel gebietet, so kann das Entfärben mittelst Kohle oder gar mittelst essigsauren Bleis immer vermieden werden und muss vermieden werden. Urine, welche man noch bei Natronlicht gut untersuchen kann, untersucht man bei diesem, stärker gefärbte mit dem rothen Glase und intensiver Beleuchtung. Sehr stark gefärbte geben, wie oben erwähnt, auch ohne rothes Glas denselben Werth wie mit demselben.

Da ich bei Gelegenheit dieser Arbeit eine ganze Reihe von Bestimmungen an sorgfältig titrirten Rohrzuckerlösungen gemacht habe, so mag es mir schliesslich erlaubt sein, den von mir gefundenen Werth für das specifische Drehungsvermögen des Rohrzuckers mit den anderweitig für denselben angegebenen Zahlen zu vergleichen, ohne dass ich desshalb meiner Zahl mehr Werth beilegen möchte.

Für die Ermittelung dieser Zahl verwerthe ich nicht meine sämmtlichen Versuchsreihen, denn, da es der Natur der Sache nach nur bei einigen von ihnen nothwendig war, Lösungen von genau bekanntem Procentgehalt zu haben, so wurden solche auch nur für diese dargestellt. Zu diesem Zwecke bestimmte ich den Inhalt eines kleinen Kolbens mit dünnem Halse bis zu einer auf dem letzteren angebrachten Marke. Dies geschah einmal dadurch, dass ich aus einer Quetschhahnbürette den Kolben bis zur Marke füllte und so den Inhalt desselben volumetrisch bestimmte. Ich erhielt dabei die Zahl 110·35 CC. Jetzt wog ich den Kolben mit seinem Inhalt, leerte ihn aus, trocknete und wog ihn wieder. Der Inhalt an destillirtem Wasser ergab das Nettogewicht 110·364 Grm. Durch die nothwendige Temperaturreduction ändert sich aber dieser Werth für den Rauminhalt in 110·54. Da ich diesen letzteren Werth für den genaueren halten muss, so habe ich ihn bei der Berechnung des specifischen Drehungsvermögens zu Grunde gelegt.

Hatte ich auf diese Weise in dem Kolben, dessen Capacität genau bestimmt war, ein zuverlässiges Mass, so musste, um genauer Lösungen sicher zu sein, auf die Bereitung dieser die grösste Sorgfalt verwendet werden. Der verwendete Zucker war heller, krystallisirter Candiszucker. Derselbe wurde gepulvert und dann längere Zeit im Luftbad bei 100—110° C. getrocknet. War dies geschehen, so wurde er in ein Reagenzrohr gefüllt und gewogen. Das offene Ende des Reagenzrohres war in einen dünnen Hals ausgezogen, wodurch es möglich war, das mit Zucker gefüllte Glasrohr in den Hals des Kolbens einzuführen. Auf diese Weise war kaum ein merklicher Verlust möglich. War durch leichtes Anklopfen der Inhalt der Glasröhre in den Kolben gebracht, so wurde die Röhre abermals gewogen.

Der Zucker wurde in destillirtem Wasser oder im vorher filtrirten Urin gelöst, die genaue Füllung des Kolbens bis zur Marke geschah mit Hilfe der Bürette. Mit jeder derartig bereiteten Lösung wurden nur an einem Tage Bestimmungen gemacht.

Auf die Temperatur wurde nicht besonders geachtet, da für Rohrzuckerlösungen die Temperatur ohne Einfluss auf die Drehung sein soll; übrigens kann bemerkt werden, dass die Bestimmungen sämmtlich in einem Zimmer angestellt sind, das täglich auf 18—19° C. geheizt wurde.

Die Werthe in Tabelle I und IV wurden bei Lösungen erhalten, die nicht in dieser Weise sorgfältig bereitet, sondern durch Auffüllen in graduirten Messgläsern dargestellt waren. Ich unterlasse es daher, aus den in diesen Tabellen enthaltenen Zahlen das specifische Drehungsvermögen zu berechnen.

Wie man aus Tabelle II sieht, wurde mit dem Mitscherlich-schen Saccharometer für das gelbe Licht der Natronflamme der Werth 65·53 gefunden, mit dem Wild'schen Polaristrobometer, wie aus Tabelle V ersichtlich, der Werth 66·064.

Letzterer Zahl ist natürlich mehr Bedeutung beizulegen als der mit dem Mitscherlich'schen Saccharometer gefundenen, wegen der so sehr viel grösseren Genauigkeit der Einstellung, welche das Polaristrobometer zulässt. Berechnet man aus Tabelle V, aus den einzelnen gefundenen Werthen das specifische Drehungsvermögen, so erhält man ziemlich nahe mit einander übereinstimmende Zahlen.

Clerget[1] fand, dass eine Schichte von 200 Mm. Dicke einer Zuckerlösung, welche im Cubikcentimeter 0·16471 reinen Zucker enthält, die Polarisationsebene ebenso stark drehe wie eine Quarzplatte von 1 Mm. Dicke. Daraus folgt, dass man den Drehungswinkel einer 100 Mm. dicken Quarzplatte durch 200·0·16471 dividiren muss, um das moleculare Drehungsvermögen des Zuckers zu erhalten.

Der Clerget'sche Werth wurde späterhin durch eine aus Pouillet, Schlösing, Baresville und Duboscq zusammengesetzte Commission dahin umgeändert, dass der Drehungswinkel

[1] Wüllner, Experimentalphysik. Bd. II, S. 588.

einer 100 Mm. dicken Quarzplatte nicht durch 32·942, sondern durch 32·7 dividirt werden müsse, um die Moleculardrehung des Zuckers zu erhalten.

Broch fand für eine 1 Mm. dicke Quarzplatte für Linie D den Drehungswinkel 21·67, Stefan unter anderem 21·79 und 21·71. Werden diese Werthe mit 100 multiplicirt und nach Clerget durch 32·942 dividirt, so erhält man 65·79[1] und 66·146, respective 65·9. Dividirt man durch die von der Commission festgesetzte Zahl, so erhält man 66·27 und 66·63, respective 66·39.

Das Drehungsvermögen des Quarzes kann ausgedrückt werden durch die Gleichung:

$$[\rho] q = 100 \frac{\rho}{\delta} = \frac{30766}{\lambda^2} - 661.$$

Berechnet man aus dieser Gleichung das specifische Drehungsvermögen des Quarzes für Linie D und multiplicirt es mit der Dichtigkeit, so hat man damit den Drehungswinkel, den eine 100 Mm. dicke Quarzplatte gibt. Wird der so erhaltene Werth nach Clerget durch 32·942 dividirt, so erhält man für Zucker das Drehungsvermögen: 66·13, wenn man für Linie D nach Fraunhofer die Wellenlänge gleich 5·888 zehntausendstel Millimeter setzt, 65·8, wenn nach Ditscheiner $\lambda = 5·896$ gesetzt wird, 66·02, wenn λ nach Stefan gleich 5·893 angenommen wird, 65·96,[2] wenn λ nach v. d. Willigen gleich 5·896 gesetzt wird. Dividirt man in letzterem Fall durch die von der Commission festgesetzte Zahl, so erhält man 66·44.

Wild fand mit seinem Polaristrobometer 66·417.

Mit der von Wild angegebenen Zahl stimmt nahezu vollständig das Mittel der Werthe, die Stefan[3] für Linie D bei

---

[1] 65·78 ist als Werth für Linie D nach Clerget angegeben: Mousson, Physik. Bd. II, S. 571.

[2] 65·96 wird in Wüllner als der sich aus der Clerget'schen Angabe ergebende Werth angeführt.

[3] Stefan, Sitzb. der Wiener Akademie. Jahrg. 52, II. Abth., S. 491.

vier Zuckerlösungen fand. Diese Werthe sind: 66·12; 66·75; 66·41 und 66·37. Das Mittel aus diesen Zahlen gibt

66·41.

Wie man sieht, liegt die von mir gefundene Zahl 66·064 zwischen dem nach Clerget und dem nach der Commissionszahl sich ergebenden Werthe.

Die in Poggendorf's Annalen (Jubelband 1874, S. 128) enthaltenen Untersuchungen von Boltzmann kamen erst zu meiner Kenntniss, als meine Arbeit bereits abgeschlossen war; ich habe seine Gleichung deshalb nicht mehr für meine Rechnung verwerthen können.

Zur Lehre vom Lichtsinne.

Fünfte Mittheilung.

Grundzüge einer Theorie des Lichtsinnes.

Von **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie in Prag.

§. 25.
Vorbemerkungen.

Obwohl eine Theorie des Lichtsinnes eigentlich alle Gesichtsempfindungen zu berücksichtigen hat, will ich doch hier zunächst nur die Empfindungen des Weiss, Schwarz, und der Übergänge vom einen zum andern in Betracht ziehen, also nur die nicht farbigen oder, wie ich sie in §. 21 genannt habe, schwarzweissen Empfindungen. Später werde ich dann die Farbenempfindungen im engern Sinne einer gesonderten Erörterung unterwerfen.

Freilich mischen sich allenthalben und besonders in den Nachbildern des geschlossenen Auges die Farben mit ein, aber ich werde bei allen solchen mehr oder minder deutlich gefärbten Empfindungen von der Farbe ganz absehen und mich nur an das halten, was man als Weisslichkeit oder Schwärzlichkeit der Empfindung bezeichnen kann. Später wird sich zeigen, dass diese gesonderte Betrachtung der nicht farbigen Gesichtsempfindungen auch ihre volle theoretische Berechtigung hat.

Man hat die weisse oder farblose Lichtempfindung als eine Mischempfindung auffassen wollen, weil sie durch die gleichzeitige Einwirkung sogenannter complementärer Lichtarten auf

die Netzhaut hervorgerufen wird. Da man indessen im Weiss weder Gelb und Blau, noch Roth und Grün, noch sonst zwei complementäre Farben zugleich sieht, sondern das Weiss höchstens in Gelb oder Blau, Roth oder Grün, nie aber in zwei Complementärfarben gleichzeitig spielt, so erscheint die Bezeichnung des Weiss als einer aus Roth und Grün, oder Gelb und Blau, oder aus allen Farben zugleich gemischten Empfindung unzulässig und ist in der That nur aus der begrifflichen Vermengung der Empfindungen mit ihren physicalischen Ursachen entstanden. Auch hat nicht jeder, der das Weiss als eine gemischte Empfindung bezeichnete, damit sagen wollen, dass hier wirklich Empfindungen gemischt seien, sondern nur, dass man, um die Empfindung des Weissen zu erzeugen, Licht von verschiedener Wellenlänge mischen müsse. Diese aus der gleichzeitigen Einwirkung mehrerer Lichtarten erzeugte Empfindung kann sehr wohl als eine einfache Resultante mehrfacher physicalischer Ursachen angesehen werden.

Auch die Young-Helmholtz'sche Hypothese liesse sich nur in diesem Sinne einigermassen annehmbar finden. Denn wenn man einem Unbefangenen, und hätte er auch z. B. als Maler einen hochentwickelten Farbensinn, sagen wollte, Weiss sei eine zusammengesetzte Empfindung, in welcher man lediglich Roth, Grün und Violett und zwar alle drei gleich stark empfinde, so würde er mit einem ungläubigen Kopfschütteln, oder wenn er vor der Zuverlässigkeit der Wissenschaft keine besondere Hochachtung fühlte, mit einem Lächeln antworten. Dass in einem Dreiklange drei Töne von verschiedener Höhe enthalten sind, hört jeder, der auch nur einigermassen musikalisch geübt ist, aber aus einem und demselben Weiss das Roth, Grün und Violett herauszuempfinden, ist beim besten Willen niemand im Stande.

Für den, der ohne physicalische oder physiologische Voraussetzungen an die Untersuchung seiner Gesichtsempfindungen geht, ist Weiss eine Empfindung eigener Art, ebenso wie Schwarz, Roth, Grün, Gelb und Blau. Es kann dem Weiss von der einen oder andern, oder auch von mehreren der letztgenannten Empfindungen etwas beigemischt sein, es kann in Folge dessen an dieselben mehr oder minder deutlich erinnern; aber wenn wir uns

diese beigemischten Spuren anderer Empfindungen wegdenken, so bleibt eine Empfindung von ganz eigenartiger, reiner Qualität zurück, welche durchaus den Eindruck des Einfachen macht und welche als etwas Zusammengesetztes aufzufassen der Unbefangene gar keine Veranlassung findet. Ganz dasselbe gilt aber auch von der Empfindung des Schwarzen.

Da sich der Physiolog alle Empfindungen als bedingt und getragen von physischen Processen des Nervensystems denken muss, weil sonst jede weitere physiologische Untersuchung zwecklos wäre, so muss er auch sogenannte psychophysische Processe oder Bewegungen annehmen, welche den Empfindungen des Schwarzen, des Weissen und aller Uebergänge zwischen beiden entsprechen. In welchem Theile des Nervensystems diese psychophysischen Processe localisirt zu denken sind, lässt sich noch nicht sagen. Genug, es muss irgendwo im nervösen Apparate des Auges und den damit in functioneller Beziehung stehenden Hirntheilen die Substanz gesucht werden, mit deren Veränderung oder Bewegung die Empfindung verknüpft ist. Diese Substanz könnten wir als die psychophysische Substanz des Sehorganes beziehentlich des Gehirns bezeichnen. Kürzer wird es sein, sie als S e h s u b s t a n z zu benennen, weil die Gesichtsempfindungen an sie gebunden und unmittelbar durch sie gegeben sind. Ob diese Sehsubstanz nur im Gehirn oder zugleich im Sehnerven und in der Netzhaut, und in welchen histologischen Bestandtheilen derselben sie zu suchen ist, dies alles bleibt vorerst dahingestellt.

Es ist ersichtlich, dass wir aus der Art und dem Verlaufe unserer Gesichtsempfindungen zunächst nur Schlüsse machen können auf den Verlauf der psychophysischen Processe, welche in der Sehsubstanz ablaufen; denn mit diesen sind die Empfindungen unmittelbar und gesetzmässig verknüpft zu denken. Können wir auf diese Weise die Gesetze des psychophysischen Geschehens in der Sehsubstanz bis zu einem gewissen Grade feststellen, so ist es dann erst an der Zeit, die Gesetze des functionellen Zusammenhanges zwischen jenen psychophysischen Processen und den Aetherschwingungen zu suchen. Der umgekehrte Weg, welcher von den Aetherschwingungen ausgeht, hat bis jetzt, so weit es sich nicht blos um die Schicksale der Licht-

strahlen in den optischen Medien, also lediglich um eine Application der physicalischen Optik aufs Auge handelte, noch zu keinem Ergebnisse geführt; wir wissen gar nicht, was weiter geschieht, wenn einmal die Lichtwellen in die Netzhaut eingedrungen sind. Dagegen haben wir allerdings durch zahlreiche physicalische Untersuchungen die werthvollsten Aufschlüsse über die Beziehungen zwischen Ätherschwingungen und Lichtempfindungen erhalten. Aber hierbei wurden, und zwar vorerst ganz zweckmässigerweise, alle physiologischen Mittelglieder und insbesondere die psychophysischen Processe einfach übersprungen.

Nur die psychophysischen Untersuchungen, insbesondere Fechner's, nehmen eingehendere Rücksicht auf die physiologischen Zwischenglieder, besonders insofern als Fechner ein Gesetz der functionellen Beziehung zwischen der psychophysischen Bewegung und der sogenannten Intensität der Empfindungen aufstellte, das nach ihm benannte psychophysische Gesetz, dessen Giltigkeit ich aber nicht blos für den Gesichtssinn, sondern für alle Sinnesgebiete bestreiten muss.

§. 26.

Vom Wesen der psychophysischen Processe.

Wenn man sich von der Natur der psychophysischen Processe eine Vorstellung machen will, so hat man von vornherein die Wahl zwischen solchen innern Bewegungen der psychophysichen oder kurzweg psychischen Substanz, welche ohne Änderung der chemischen Zusammensetzung ablaufen, und solchen Bewegungen, welche sich zugleich als Änderungen der chemischen Zusammensetzung darstellen. Der Physiolog der Gegenwart kann jedoch nicht mehr in Zweifel sein, wofür er sich zu entscheiden hat. Denn die allgemeine Nervenphysiologie hat hinreichend erwiesen, dass jede Bewegung oder Thätigkeit der nervösen Substanz dieselbe zugleich chemisch alterirt, und auf die Annahme chemischer Änderungen stützen sich alle unsere Vorstellungen von der Erregbarkeitsänderung, Ermüdung und Wiedererholung nach der Thätigkeit.

Wie Du Bois-Reymond eine rein physicalische Hypothese über die Vorgänge in der Nervenfaser aufstellen konnte, wird

dadurch begreiflich, dass er im Grunde nur auf die Erklärung dessen ausging, was ihm der Multiplicator über die Vorgänge im Nerven aussagte. Hätte er für die Veränderungen des Nerven ein so feines chemisches Reagens gehabt, wie er im Multiplicator ein electrisches besass, so hätte er eben eine chemische Hypothese gemacht. Einen triftigen Einwand gegen meine Behauptung, dass sich nach unseren jetzigen Kenntnissen die Thätigkeit der psychophysischen Substanz nicht gut ohne gleichzeitige chemische Änderungen denken lässt, bildet die Hypothese Du Bois-Reymond's jedenfalls nicht.

Auch die in Fechner's Psychophysik entwickelte Hypothese, nach welcher alle psychophysischen Processe als oscillatorische Bewegungen einer nicht genauer zu bezeichnenden wägbaren oder unwägbaren Substanz aufgefasst werden, darf nicht gegen obige Behauptung angeführt werden. Denn erstens steht diese Hypothese der ganzen Natur der Sache nach bis jetzt nur auf einer schmalen empirischen Basis, und zweitens lässt dieselbe, obwohl sie eine rein mechanische ist, doch den chemischen Processen ihre Bedeutung für das psychische Geschehen und nimmt dieselben gleichsam mit in sich auf.

Wie man sich auch zu diesen Fragen stellen mag, soviel ist sicher, dass das fortwährende Vorhandensein chemischer Processe in jeder lebendigen und daher reizbaren Substanz eine Thatsache, und der Stoffwechsel die allgemeinste uns bekannte Eigenschaft des Lebendigen ist.

Dies zum Nachweise der principiellen Berechtigung der folgenden Theorie, welche zunächst an das chemische Geschehen in der Nervensubstanz anknüpft. Eine bestimmte Ansicht darüber, ob wir in diesem chemischen Geschehen wirklich die eigentliche psychophysische Bewegung erfassen, oder ob sich noch ein Mittelglied zwischen diese und die Empfindung gleichsam einschiebt, will ich für diesmal nicht ausgesprochen haben. Auch wollte ich mit dieser kurzen Auseinandersetzung durchaus nicht eine eigentliche Untersuchung der schwierigen Frage nach der Natur der psychophysischen Bewegung geben, sondern nur zeigen, dass der Physiolog volles Recht hat, das Leben der Nervensubstanz zunächst als ein chemisches aufzufassen, und ebenso das der psychophysischen Substanz, welche ja, wenn

man nicht ein neues, völlig unbekanntes Mittelglied einschieben will, ganz oder theilweise mit der psychophysischen Substanz identificirt werden muss.

§. 27.

Die Gesichtsempfindung als psychisches Correlat der chemischen Vorgänge in der Sehsubstanz.

Dass das Licht im nervösen Apparate des Sehorganes chemische Veränderungen erzeugt, dürfte nach dem Gesagten wohl nicht bestritten werden. Was man Ermüdung und überhaupt Erregbarkeitsveränderung dieses Apparates nennt, beruht ja nach der allgemeinen Ansicht hier wie überall auf chemischer Veränderung der erregbaren Substanz. Selbst Fechner, welcher die von den Physikern Herschel, Melloni und Sebeck für die Erregung der Netzhaut durch Licht aufgestellte Resonanztheorie weiter zu entwickeln suchte, sah sich veranlasst, der chemischen Einwirkungen des Lichtes auf die Nervensubstanz zu gedenken und sie mit einzurechnen.[1]

Die durch das Licht im Sehorgane erweckten chemischen Vorgänge dachte man sich zunächst in der Netzhaut localisirt. Wenn aber gewisse Hirntheile an der Herstellung der Gesichtsempfindungen und -vorstellungen mit betheiligt sind, so müssen jene chemischen Vorgänge der Netzhaut ihrerseits wieder in der Substanz des Sehnerven chemische Änderungen hervorrufen, und diese wieder in der Hirnsubstanz. Weil wir aber, wie schon gesagt, nicht wissen, ob wir die ganze nervöse Substanz des Sehorganes, oder nur einen Theil derselben, und letztern Falls, welchen Theil wir als die eigentliche psychophysische Sehsubstanz anzusehen haben, so müssen wir uns vorerst mit der allgemeinen Annahme begnügen, dass die Ätherschwingungen im nervösen Sehapparate überhaupt chemische Änderungen auslösen, welche, mag die Kette dieser chemischen Processe lang oder kurz, aus gleichartigen oder ungleichartigen Gliedern zusammengesetzt sein, schliesslich zur Empfindung führen.

---

[1] Psychophysik, II. Theil, S. 283.

Was man sich übrigens auch zeither für Vorstellungen über Art und Ort der im Sehorgane ablaufenden Processe machte, ein Mangel war allen gemeinsam: immer dachte man sich nur die Empfindungen des Hellen oder Weissen — von der Farbe will ich, wie gesagt, ganz absehen — als bedingt und getragen von gewissen Änderungen der Sehsubstanz; die Empfindung des Dunklen oder Schwarzen wurde in Betreff ihres physiologischen oder psychophysischen Correlates ganz vernachlässigt. Wie dies kam, und zu welchen Widersprüchen überhaupt die einseitige Berücksichtigung der Helligkeitsempfindung führte, habe ich in meiner vorigen Mittheilung (§§. 21—23) ausführlicher auseinandergesetzt. Die dort entwickelten Thatsachen zwingen uns nunmehr, dieses einseitige Verhalten bei der Untersuchung der Gesichtsempfindungen aufzugeben, und beiden Hauptvariablen der Gesichtsempfindung, dem Dunklen oder Schwarzen ebensowohl wie dem Hellen oder Weissen, die gleiche Berücksichtigung zu schenken.

Ich habe in §. 21 dargelegt, wie alle Empfindungen der schwarzweissen Empfindungsreihe in zweifacher Weise untereinander verwandt erscheinen, zweierlei Momente gemeinsam haben, nämlich die Helligkeits- und die Dunkelheitsempfindung, das Schwarz und das Weiss; und wie ferner jedes Glied dieser Empfindungsreihe sich charakterisiren lässt durch das Verhältniss, in welchem diese beiden Momente in der gegebenen Empfindung enthalten sind. Wenn wir nun nach dem physischen Correlate jener Empfindungen, nach den ihnen zu Grunde liegenden psychophysischen oder psychochemischen Processen fragen, so hat die Annahme, dass das physische Correlat der schwärzesten Empfindung nichts weiter sei, als der niederste Intensitätsgrad desselben Processes, welcher in seiner höchsten Intensität die hellste oder reinste weisse Empfindung bedingt, nicht nur nichts für sich, sondern erscheint sogar als ungemäss und widerspruchsvoll. Denn diese Annahme fordert für zwei offenbar grundverschiedene Qualitäten der Empfindung eine und dieselbe Art des psychophysischen Processes. Unsere ganze Psychophysik fusst aber auf der Annahme, dass zwischen physischem und psychischem Geschehen ein gewisser Parallelismus bestehe, und dass insbesondere verschiedenen Qualitäten der Empfindung auch ver-

schiedene Qualitäten oder Formen des psychophysischen Geschehens entsprechen.[1]

Wenn wir also nicht gleich beim ersten Schritte in dies schwierige Gebiet eine Hypothese einführen wollen, welche mit der Grundvoraussetzung der ganzen Psychophysik in einem noch ungelösten Widerspruche steht und jedenfalls für andere ganz willkürliche und theoretisch unwahrscheinliche Annahmen ein schlimmes Präcedens gibt, so müssen wir die jetzt übliche Ansicht aufgeben, und wir können dies um so leichter, als sich eine andere Hypothese bietet, welche mit der erwähnten Voraussetzung der Psychophysik durchaus im Einklange ist und zugleich den Forderungen, welche vom Standpunkte der allgemeinen Nervenphysiologie an solche Hypothesen gestellt werden dürfen, weit besser genügt, als die jetzige Theorie. Diese Annahme aber ist folgende:

---

[1] Obwohl sich dies eigentlich für jeden, der eine gesetzmässige functionelle Beziehung zwischen Psychischem und Physischem, Empfindung und Nervenprocess annimmt, von selbst verstehen sollte, ist es doch vielfach ausser Acht gelassen worden, und selbst Fechner, obwohl er von derselben Voraussetzung geleitet wird, macht doch, wie mir scheint, zu wenig Anwendung von derselben. Mach bezeichnet diese Grundvoraussetzung der ganzen Psychophysik blos als „ein heuristisches Princip der psychophysischen Forschung"; aber sie ist mehr, sie ist die conditio sine qua non aller solchen Forschung, wenn sie Früchte tragen soll. Mach bemerkt: Über d. Wirk. d. räuml. Vertheil. d. Lichtreizes auf die Netzhaut. Sitzungsber. d. Akad., 52. B., 1868): „Jedem Psychischen entspricht ein Physisches und umgekehrt. Gleichen psychischen Processen entsprechen gleiche physische, ungleichen ungleiche. Wenn ein psychischer Vorgang sich auf rein psychologischem Wege in eine Mehrheit von Qualitäten a, b, c auflösen lässt, so entsprechen diesem eine ebenso grosse Zahl verschiedener physischer Processe α, β, γ. Allen Details des Psychischen correspondiren Details des Physischen." Wenn ich davon absehe, dass hierbei keine Rücksicht darauf genommen ist, dass psychophysische Processe von sehr verschiedener Grösse dieselbe Empfindung geben können, weil es überall nicht auf die absolute Grösse dieser Processe, sondern lediglich auf ihr gegenseitiges Verhältniss ankommt (vergl. §. 29), so kann ich diesen Worten Mach's vollständig beipflichten.

Auf demselben Princip beruhte schon meine Theorie des Raumsinnes der Netzhaut. Mach ist der Einzige, welcher dem Grundgedanken derselben beigepflichtet hat.

Den beiden Qualitäten der Empfindung, welche wir als Weiss oder Hell und als Schwarz oder Dunkel bezeichnen, entsprechen zwei verschiedene Qualitäten des chemischen Geschehens in der Sehsubstanz, und den verschiedenen Verhältnissen der Deutlichkeit oder Intensität, mit welcher jene beiden Empfindungen in den einzelnen Übergängen zwischen reinem Weiss und reinem Schwarz hervortreten, oder den Verhältnissen, in welchen sie gemischt erscheinen, entsprechen dieselben Verhältnisse der Intensitäten jener beiden psychophysischen Processe.

Man wird nach einiger Ueberlegung gerne zugestehen, dass diese Annahme die einfachste überhaupt mögliche ist, weil sie die denkbar einfachste Formel für den functionellen Zusammenhang zwischen physischem und psychischem Geschehen setzt.

Aber sie genügt auch allen Anforderungen, welche die allgemeine Nervenphysiologie stellen kann. Wir müssen im nervösen Sehapparate eine Substanz annehmen, welche unter dem Einflusse des einfallenden Lichtes eine Änderung erleidet, und diese Änderung, möge sie sich physicalisch charakterisiren lassen, wie sie wolle, ist doch, wie die Nervenphysiologie annehmen muss, zugleich ein chemischer Vorgang. Hat die Einwirkung des Lichtes aufgehört, so kehrt die veränderte (mehr oder minder „ermüdete") Substanz früher oder später in ihren ursprünglichen Zustand zurück. Diese Rückkehr kann wieder nichts anderes sein, als eine chemische Änderung in entgegengesetzter Richtung. Will man die unter dem directen Einflusse des Lichtes stattfindende chemische Veränderung der erregbaren Substanz als eine partielle Consumtion auffassen, so muss man die Rückkehr zur früheren Beschaffenheit als eine Restitution bezeichnen, will man erstere als einen Spaltungsprocess, so muss man letztere als einen synthetischen Process ansehen etc.

Den letztern Process, durch welchen die lebendige organische Substanz den durch Erregung oder Thätigkeit erlittenen Verlust wieder ersetzt, pflegt man auch als Assimilirung zu bezeichnen und ich will diesen Ausdruck beibehalten. Bei der Erregung oder Thätigkeit bildet nun jede lebendige und erregbare

organische Substanz nach allgemeiner Annahme gewisse chemische Producte. Das Entstehen dieser Producte will ich analog als den Process der Dissimilirung bezeichnen.

Die soeben ausgesprochenen Sätze über Assimilirung *(A)* und Dissimilirung *(D)* der organischen Substanz sind den Erfahrungen der allgemeinen Physiologie und der Nervenphysiologie insbesondere entnommen und haben sich also ganz unabhängig von unserer Hypothese entwickelt. Ihre Richtigkeit vorausgesetzt, ist durchaus nicht einzusehen, warum blos die eine Art des chemischen Geschehens in der Sehsubstanz, nämlich der Dissimilirungsprocess, eine psychophysische Bedeutung haben soll, die andere, der Assimilirungsprocess, aber nicht. Die übliche Ansicht, dass nur der unter dem directen Einflusse des Lichtes stattfindende chemische Process, die Dissimilirung, empfunden werde, ist offenbar einseitig und ungerechtfertigt; dagegen erscheint es von vornherein angemessen, beiden Arten des chemischen Processes gleich grossen Werth für die Empfindung zuzuschreiben. Dies führt aber zu nichts anderem, als zu der oben aufgestellten Hypothese. Denn wir brauchen dieselbe nur noch dahin zu präcisiren, dass der Empfindung des Weissen oder Hellen die Dissimilirung, der Empfindung des Schwarzen oder Dunklen die Assimilirung der Sehsubstanz entspricht, und die Hypothese genügt dann, wie ich zeigen werde, nicht nur den Thatsachen der Empfindung, sondern auch den Anforderungen der allgemeinen Nervenphysiologie.

Wenn meine Hypothese richtig ist, so haben wir in den Gesichtsempfindungen ein Mittel, den Ernährungsprocess der Sehsubstanz und seine zwei Hauptfactoren, die Dissimilirung und Assimilirung, genau zu beobachten. Nicht also handelt es sich fortan nur darum, dass vom Auge dem menschlichen Geiste ein Complex von Empfindungen übergeben wird, die derselbe dann mit Hilfe richtiger und falscher Urtheile oder Schlüsse zu Vorstellungen verarbeitet, sondern was uns als Gesichtsempfindung zum Bewusstsein kommt, ist der psychische Ausdruck oder das bewusste Correlat des Stoffwechsels der Sehsubstanz.

Für diesen Stoffwechsel haben wir also ein Reagens von grosser Empfindlichkeit, nämlich unser Bewusstsein. Freilich, über die Art der chemischen Verbindungen oder Zersetzungen sagt es uns zunächst noch nichts aus, wohl aber verräth es uns den ganzen zeitlichen Verlauf der Assimilirung und Dissimilirung, das Gesetz ihrer Abhängigkeit von einander und von den Ätherschwingungen, das Steigen und Sinken der Erregbarkeit der Sehsubstanz und die Abhängigkeit dieser Erregbarkeitsänderungen von der Dissimilirung und Assimilirung. So erst wird das Capitel von den Gesichtsempfindungen zu einem wahrhaft integrirenden Abschnitte der Physiologie, während es bisher nothwendigerweise mehr physicalische und philosophische Erörterungen enthielt, als eigentlich physiologische.

Auf Grund obiger Hypothese kommen wir, wie das Folgende lehren wird, zu einer ganzen Reihe von Sätzen über Ermüdung, Erregbarkeit und Stoffwechsel der Sehsubstanz, welche mit gewissen Sätzen der allgemeinen Nervenphysiologie in Einklang stehen; wir gelangen aber auch dazu, diesen Sätzen z. Th. einen präciseren Ausdruck zu geben, sowie gewisse neue Sätze, die sich als Consequenz unserer Hypothese ergeben, auch an anderen erregbaren Substanzen zu prüfen, kurzum es erschliesst sich ein Weg zur Fortentwicklung der allgemeinen Nervenphysiologie, weiterhin der Physiologie der „erregbaren" Substanzen, und in letzter Instanz der Lehre vom organischen Leben überhaupt. Dass dieser Weg nicht unfruchtbar ist, hoffe ich in späteren Mittheilungen über verschiedene Capitel der Physiologie darzuthun.

Wir haben unsere Sinnesempfindungen so ausgiebig benützt, um unsere Aussenwelt zu erkennen und sie uns dienstbar zu machen, benützen wir sie nun auch, um das stoffliche Geschehen unseres eigenen Körpers zu erforschen, *indem wir mit ihrer Hilfe zuvörderst das untersuchen, was wir nicht, wie die Aussendinge, nur mittelbar, sondern unmittelbar empfinden, nämlich den Stoffwechsel unseres Nervensystems.*

§. 28.

Ableitung einiger Folgesätze.

In meiner vierten Mittheilung war ich durch eine von jeder physicalischen oder physiologischen Voraussetzung unabhängige Analyse der Gesichtsempfindungen zu dem Satze gelangt, dass jede farblose Gesichtsempfindung bestimmt ist durch das Verhältniss des in ihr sichtbaren Schwarz zum gleichzeitig darin sichtbaren Weiss, und dass durch dies Verhältniss die Qualität (Helligkeit oder Dunkelheit) jeder schwarzweissen Empfindung gegeben ist.

Wenden wir hierauf die im vorigen Paragraphen aufgestellte Hypothese an, so kommen wir zu dem weiteren Satze, dass die Art (Helligkeit oder Dunkelheit) einer farblosen Gesichtsempfindung bestimmt ist durch das Verhältniss, in welchem die Intensität oder Grösse der Dissimilirung der Sehsubstanz zur Intensität oder Grösse ihrer gleichzeitigen Assimilirung steht.

Hieraus folgt weiter, dass dem Grau, welches ich als das mittle oder neutrale bezeichnet habe, derjenige Zustand der Sehsubstanz entspricht, in welchem Dissimilirung und Assimilirung gleich gross sind, so dass die Menge der erregbaren Substanz dabei constant bleibt;

dass ferner bei jeder helleren Empfindung die Dissimilirung grösser ist als die Assimilirung, so dass dabei die erregbare Substanz abnimmt und zwar um so rascher, je grösser das Verhältniss $\frac{W}{S}$ oder je heller die Empfindung ist, und um so mehr, je länger sie andauert;

dass dagegen bei jeder Empfindung, welche dunkler ist als das mittle Grau, die Dissimilirung kleiner ist als die gleichzeitige Assimilirung, so dass dabei die erregbare Substanz zunimmt, und zwar um so rascher, je dunkler die Empfindung ist, und um so mehr, je länger sie andauert.

Was bedeutet nun die Zu- oder Abnahme der erregbaren Substanz?

Nennen wir alle Reize, welche die Dissimilirung der Sehsubstanz begünstigen, die Dissimilirungsreize oder *D*-Reize, und entlehnen wir aus der allgemeinen Physiologie den Satz, dass die Grösse der Reaction, mit welcher ein Organ auf einen Reiz antwortet, mit abhängt von der Menge der in ihm enthaltenen und vom Reize getroffenen erregbaren Substanz, so kommen wir zu dem weiteren Satze, dass die Grösse der durch einen *D*-Reiz (z. B. Licht) bedingten Dissimilirung nicht blos abhängt von der Grösse des Reizes, sondern auch von der jeweiligen Quantität der im gereizten Theile enthaltenen und vom Reize getroffenen erregbaren Substanz.

Das Vermögen einer erregbaren Substanz, durch Reize in den Zustand der Erregung zu gerathen, d. h. auf diese Reize durch bestimmte chemische Processe zu antworten, nennen wir ihre Erregbarkeit. Demnach können wir das Vermögen der Sehsubstanz, auf die *D*-Reize mit der Dissimilirung zu reagiren, als ihre *D*-Erregbarkeit bezeichnen und nun obigen Satz auch so aussprechen:

Jede Zunahme der erregbaren Substanz bedingt eine Steigerung, jede Abnahme eine Herabsetzung der *D*-Erregbarkeit im entsprechenden Theile des Sehorganes.

Daraus folgt weiter, dass die Empfindung des mittlen Grau ein Gleichbleiben, jede hellere Empfindung eine Abnahme, jede dunklere eine Zunahme der *D*-Erregbarkeit des betreffenden Theiles bedingt.

Werden gleichzeitig an zwei Stellen von zunächst gleicher *D*-Erregbarkeit Empfindungen verschiedener Helligkeit oder Dunkelheit erzeugt, so hat nach Schluss der Reizung die Stelle der helleren (minder dunklen) Empfindung immer eine kleinere *D*-Erregbarkeit als die Stelle der minder hellen (dunkleren) Empfindung, gleichviel ob eine oder beide Empfindungen heller oder dunkler waren als das neutrale

Grau; und zwar ist der zurückbleibende Unterschied der D-Erregbarkeit um so grösser, je grösser der Unterschied zwischen den Helligkeiten der beiden Empfindungen oder zwischen den Werthen der beiden entsprechenden Verhältnisse $\frac{W}{S+W}$ und $\frac{W^1}{S^1+W^1}$ war.

Wie nach dem Gesagten die jeweilige Grösse der Dissimilirung abhängig ist einerseits von der Grösse des Reizes, anderseits von der Quantität der im gereizten Theile vorhandenen erregbaren Substanz, so wird man von vornherein behaupten dürfen, dass auch die Assimilirung nicht mit immer gleichbleibender Intensität stattfindet, sondern dass auch sie eine variable, von bestimmten Bedingungen abhängige Grösse hat.

Denn offenbar setzt der Process der Assimilirung voraus, dass einerseits die dazu nöthigen chemischen Bedingungen, d. h. gewisse Stoffe, anderseits gewisse physikalische Bedingungen (etwa eine gewisse Temperatur) gegeben sind. Je nachdem das, was die Assimilirung begünstigt, mehr oder weniger vorhanden ist, wird dieselbe rascher und reichlicher oder langsamer und spärlicher erfolgen. Das zur Assimilirung nöthige, im Sehorgan vorhandene, durch die Assimilirung stetig verbrauchte und vom Blute immer wieder ersetzte A-Material wird mehr oder weniger erschöpft werden können, sobald sein Verbrauch stärker ist, als der gleichzeitige Wiederersatz aus dem Blute. Ferner wird die Grösse der Assimilirung vielleicht auch mit abhängen von der jeweiligen Menge der assimilirenden erregbaren Substanz. Aus alledem liesse sich schon ganz theoretisch eine Reihe von Sätzen über Steigerung oder Herabsetzung des Assimilirungsvermögens oder der A-Erregbarkeit, über A-Reize im Gegensatze zu den D-Reizen etc. ableiten. Indessen will ich mich vorläufig nur auf solche Sätze aus der allgemeinen Nervenphysiologie beziehen, welche bereits allgemein angenommen sind, und werde nur in §. 35 auf diese Verhältnisse kurz zurückkommen, ihre ausführliche Erörterung aber für später vorbehalten.

§. 29.

Vom Gewichte der Gesichtsempfindungen.

Wenn die Helligkeit oder Dunkelheit einer farblosen Gesichtsempfindung lediglich abhängt von dem Verhältniss der Dissimilirung zur gleichzeitigen Assimilirung und also unabhängig ist von der absoluten Grösse der entsprechenden psychophysischen Processe, so fragt sich welche Bedeutung dieser absoluten Grösse zukommt.

Ohne hier näher auf diese der allgemeinen Psychophysik angehörige Frage einzugehen, will ich mich bemühen, sie in der Kürze vorläufig zu beantworten.

Die absolute Grösse eines gegebenen psychophysischen Processes bestimmt — um hier einen neuen Ausdruck einzuführen — das Gewicht der entsprechenden Empfindung. Liegen einer Empfindung, wie z. B. dem Grau, zwei gleichzeitige psychophysische Processe verschiedener Qualität zu Grunde, so gibt die Summe der Grössen beider Processe das Gewicht der resultirenden oder Mischempfindung. Die Deutlichkeit, mit welcher in einer solchen zusammengesetzten Empfindung jede einzelne relativ einfache Empfindung hervortritt, hängt ab von dem Verhältnisse, in welchem ihr eigenes Gewicht zum Gesammtgewichte der resultirenden oder zusammengesetzten Empfindung steht. So ist, wie wir sahen, die Helligkeit oder Weisslichkeit einer grauen Empfindung bestimmt durch das Verhältniss des Gewichtes der weissen Empfindung (oder der Grösse der Dissimilirung) zum Gesammtgewichte der grauen Empfindung, d. h. zur Summe der Gewichte der weissen und der schwarzen Empfindung (oder der Grössen der Dissimilirung und der Assimilirung).

Ist eine schon zusammengesetzte Empfindung, wie z. B. Grau, wieder eine Componente einer noch complicirteren Verbindung, z. B. des Graublau, so hängt die Deutlichkeit, mit welcher das Grau in dieser Empfindung hervortritt, wieder ab von dem Verhältnisse, in welchem das Gewicht der grauen Empfindung zum Gesammtgewichte der grau-blauen steht.[1] Tritt z. B. in einer

---

[1] Über den psychophysischen Process, welcher der blauen Empfindung entspricht, wird erst bei Erörterung des Farbensinnes zu sprechen sein.

solchen Empfindung das Blau, Weiss und Schwarz gleich deutlich hervor, so beruht dies darauf, dass die blaue, die weisse und die schwarze Empfindung gleiches Gewicht haben. Eine solche Empfindung kann man auch auffassen als bestehend aus zwei Theilen neutralen Grau und einem Theil Blau. Der Charakter oder die Qualität einer Empfindung ist also unabhängig von ihrem Gesammtgewichte, aber bestimmt durch das Verhältniss der Einzelgewichte der sie zusammensetzenden einfachen oder relativ einfachen Empfindungen, und das Gewicht einer schwarz-weissen Empfindung gewinnt demnach erst dann Bedeutung, wenn sie mit andern Gesichtsempfindungen zusammentritt oder überhaupt insofern, als ihre Beziehungen zu den gleichzeitigen anderweiten psychophysischen Processen in Betracht kommen.

Der sachkundige Leser wird aus dem Gesagten schon das allgemeine psychophysische Grundgesetz erkannt haben, von welchem ich im Gegensatze zu Fechner ausgehe. Dieses Gesetz besagt, dass die Reinheit, Deutlichkeit oder Klarheit irgend einer Empfindung oder Vorstellung abhängt von dem Verhältnisse, in welchem das Gewicht derselben, d. i. die Grösse des entsprechenden psychophysischen Processes, steht zum Gesammtgewichte aller gleichzeitig vorhandenen Empfindungen und Vorstellungen (oder wie man sonst die psychischen Zustände nennen will), d. i. zur Summe der Grössen aller entsprechenden psychophysischen Processe.

Die meisten Empfindungen, welche wir als einfache hinnehmen, sind höchst zusammengesetzt; diejenige Partialempfindung, welche das grösste Gewicht hat, gibt der Totalempfindung ihren Charakter und Namen. Sinkt der Bruchtheil, welcher vom Gesammtgewichte einer Empfindung auf eine ihrer Componenten kommt, unter einen gewissen Werth, so sind wir nicht mehr im Stande, diese Componente als solche herauszufühlen. Gleichwohl wirkt auch eine so schwache Componente an der Empfindung mit und bestimmt mit ihren Charakter, ihre Qualität. Fechner würde sagen, die Partialempfindung bleibe „unter der Schwelle". So ist jede Gesichtsempfindung, wie ich später darzuthun suchen werde, aus mehreren einfachen Empfindungen zusammengesetzt, und wenn ich hier die Empfindungen der schwarzweissen Reihe als nur binäre Empfindungen hingestellt habe, so

geschah es vorläufig im Interesse der Einfachheit der Darstellung. Im Schwarz und Weiss sind eben die gleichzeitig mit empfundenen Farben „unter der Schwelle“, weil ihr relatives Gewicht zu klein ist.

§. 30.

Über den Unterschied zwischen Erregbarkeit und Empfindlichkeit.

Die allgemeine Physiologie ist auf Grund zahlreicher Erfahrungen zu dem Satze gelangt, dass die Erregung wächst mit der Grösse des Reizes, und zwar versteht sie hiebei unter Reiz immer einen *D*-Reiz und unter Erregung die Dissimilirung. Denn mit den *A*-Reizen und mit der von denselben abhängigen Assimilirung hat sich die Physiologie bis jetzt nicht eingehender beschäftigt, obwohl die Assimilirung ein Process von derselben Bedeutung ist, wie die Dissimilirung und man daher eigentlich zwei verschiedene Arten der Erregung zu unterscheiden hat.

Wenn nun die Helligkeit einer farblosen Gesichtsempfindung abhängt von dem Verhältnisse dieser beiden immer gleichzeitig in der Sehsubstanz stattfindenden Erregungen, nämlich der Dissimilirung *(D)* und der Assimilirung *(A)*, so ist ersichtlich, dass die *D*-Erregbarkeit kein Maass der Empfindlichkeit für Helligkeiten sein kann.

Gesetzten Falls die Empfindung des mittlen Grau, dessen Helligkeit nach meiner Bezeichnung (vergl. §. 22) gleich 0·5 ist, sollte derart verändert werden, dass sie um ein eben Merkliches an Helligkeit gewänne, so wäre dies, ganz theoretisch genommen, auf sehr verschiedene Weise möglich. Erstens nämlich durch Steigerung der Dissimilirung *(D)*, während *A* unverändert bleibt, zweitens durch Minderung von *A* bei unverändertem *D*, drittens dadurch, dass *D* steigt, während zugleich *A* abnimmt oder ebenfalls, aber weniger als *D*, zunimmt, viertens endlich durch Abnahme von *A* bei gleichzeitiger aber minder grosser Abnahme von *D*. In allen diesen Fällen nämlich würde das Verhältniss $\frac{D}{A}$ oder $\frac{W}{S}$ grösser werden, und daher die Helligkeit der Empfindung zunehmen.

In dem besonderen Falle, wo die Änderung der Empfindung durch äusseres Licht, also durch einen *D*-Reiz herbeigeführt wird, fallen schon einige dieser Möglichkeiten weg, weil hiebei immer eine Steigerung der Dissimilirung eintritt, und es sich daher nur noch fragt, ob dabei die Assimilirung gleich bleibt oder abnimmt, oder ebenfalls, aber schwächer als *D*, zunimmt. Je nachdem das eine oder das andere der Fall ist, wird trotz gleicher *D*-Erregbarkeit ein grösserer oder kleinerer Lichtreiz nöthig sein, um einen und denselben Helligkeitszuwachs der Empfindung herbeizuführen.

Aber selbst wenn die Assimilirung während der Zunahme der Dissimilirung ganz unverändert bliebe, würde doch ein und derselbe Zuwachs zur letzteren das eine Mal eine eben merkliche Veränderung der erwähnten mittelgrauen Empfindung bewirken können, das andere Mal nicht, und das dritte Mal eine viel stärkere Veränderung. Es wird dies nämlich mit abhängen von der absoluten Grösse der schon bestehenden Assimilirung und Dissimilirung, d. h. von dem Gewichte der anfänglichen Empfindung.

Gesetzten Falls, die der gegebenen Empfindung des neutralen Grau entsprechende *D* und *A* sei je 100, so ist das Gesammtgewicht der Empfindung gleich 200, die Helligkeit gleich 0·5. Stiege jetzt die Dissimilirung auf 101, so würde das Gesammtgewicht der Empfindung auf 201 und die Helligkeit auf $\frac{101}{101+100} = 0 \cdot 5024875\ldots$ steigen.

Wäre dagegen die anfängliche Grösse von *A* und *D* je gleich 200, und wüchse *D* ebenfalls um 1, so dass sie gleich 201 würde, so stiege die Helligkeit auf $\frac{201}{201+200} = 0 \cdot 5012468\ldots$, d. i. nur etwa um die Hälfte des vorigen Zuwachses.

Je grösser überhaupt das Gewicht der schon bestehenden Empfindung ist, ein desto grösserer *D*-Zuwachs ist, unveränderte *A* vorausgesetzt, erforderlich, um eine eben merkliche Veränderung dieser Empfindung herbeizuführen.

Wollen wir als Mass der Empfindlichkeit den kleinsten Reizzuwachs benützen, welcher eine eben merkliche Helligkeitszunahme einer gegebenen Empfindung bedingt, so haben wir also ausser der *D*-Erregbarkeit und der Helligkeit der Empfindung, auf welche man bisher allein Rücksicht genommen hat, auch noch das Gewicht der anfänglichen Empfindung und die etwaige gleichzeitige Änderung der Assimilirungsgrösse mit zu berücksichtigen. Dass endlich auch noch der sonstige psychophysische oder psychische Zustand in Betracht kommt, versteht sich von selbst.

§. 31.

Über den Zustand und die Empfindungen des Sehorganes nach längerem Aufenthalte im Finstern.

Da auch das durch längere Zeit vor jedem äussern Reize geschützte Sehorgan uns nicht die Empfindung eines absoluten Schwarz, sondern viel hellere Empfindungen gibt, so war man, um diese als Eigenlicht oder als innerer Lichtnebel bezeichneten Empfindungen zu erklären, zur Annahme stetig fortwirkender innerer Reize genöthigt, und folgerecht ergab sich hieraus der Satz, dass das Sehorgan sich nie im Zustande vollständiger „Ruhe" befindet.

Von vornherein war ferner wahrscheinlich, dass das vollständig verfinsterte Sehorgan sich schliesslich mit den sogenannten inneren Reizen derart ins Gleichgewicht setzen werde, dass sich eine gewisse Constanz seines Zustandes und insbesondere ein annäherndes Gleichbleiben seiner Empfindlichkeit herstellen werde. Denn während man annahm, dass die äusseren Reize die Netzhaut ermüden, durfte man nicht dasselbe auch von den inneren Reizen gelten lassen, soweit sie nur nicht eine krankhafte Intensität haben; sonst wäre es ja nicht denkbar gewesen, dass das durch äussere Reize ermüdete Sehorgan sich trotz der immer vorhandenen inneren Reize erholen und allmälig wieder auf das Maximum seiner Empfindlichkeit kommen kann.

In der That hat Aubert[1] durch directe Versuche erwiesen, dass beim Aufenthalt im Dunkeln die Empfindlichkeit zwar anfangs rasch, später aber nurnoch sehr langsam wächst, und dass sich also wahrscheinlich eine annähernde Constanz der Empfindlichkeit früher oder später herstellt. Wie nun die jetzige Theorie annehmen muss, dass bei diesem Zustande die erregbare Substanz in dem Masse, als sie durch die inneren Reize verbraucht wird, sich durch einen gleichzeitigen Restitutionsprocess wieder ersetzt, so nehme auch ich an, dass hierbei Dissimilirung und Assimilirung annähernd gleich gross sind.

Je länger wir uns also im ganz dunklen Raume aufhalten, desto mehr müsste sich nach meiner Theorie das sogenannte Eigenlicht der mittlen Helligkeit (=0·5) nähern, und sobald das völlige Gleichgewicht zwischen Dissimilirung und Assimilirung hergestellt wäre, müsste die Empfindung des mittlen Grau selbst eintreten.

Wirklich haben wir nun, wie schon früher (§. 33) betont wurde, nach längerem Aufenthalte im Finstern nicht die Empfindung des Schwarzen, sondern bedeutend hellere Empfindungen; aber es ist die Wirkung der inneren Reize keine constante und nicht einmal gleichzeitig in allen Theilen des Sehorganes dieselbe, so dass jene mittle Empfindung nicht nach Zeit und Raum stetig vertheilt sein kann. Vielmehr schwankt die Empfindung hin und her, und wir müssen uns begnügen, nachgewiesen zu haben, dass das Sehorgan, wenn seine Dissimilirung und Assimilirung annähernd gleich gross sind, von der Empfindung des Schwarzen ungefähr ebenso weit entfernt ist, als von der des Weissen.

Bedenke ich die durchschnittliche Gesichtsempfindung, welche ich nach längerem Aufenthalte im Finstern, also z. B. nach dem Erwachen während der Nacht im finstern Zimmer habe, so muss ich zugestehen, dass mir dieselbe trotz ihrer Helligkeit doch dem tiefsten Sammtschwarz, wie ich es im erleuchteten Raume sehen kann, immer noch näher verwandt erscheint, als dem Weiss der Sonnenscheibe. Dies scheint meiner Behauptung, dass jene Empfindung durchschnittlich

[1] Physiologie der Netzhaut, pag. 37.

dem mittlen Grau von der Helligkeit 0·5 gleiche, zu widersprechen. Doch ist der Widerspruch wohl nur scheinbar. Gäbe es nämlich Lichtstrahlen, welche in unserem Auge ganz analoger Weise die Assimilirung förderten, wie die wirklichen Lichtstrahlen die Dissimilirung steigern, und könnten wir solche Lichtstrahlen mit derselben Intensität auf die Netzhaut wirken lassen, wie wir es mit den Sonnenstrahlen vermögen, so müssten wir dadurch die Empfindung eines Schwarz bekommen, welches an Tiefe oder Intensität ganz ausserordentlich selbst das tiefste wirklich empfundene Sammtschwarz überträfe und geradezu blendend wäre. Aber solche als *A*-Reiz wirkende Lichtstrahlen gibt es nicht, die innern *A*-Reize aber sind immer verhältnissmässig schwach; sie wirken nie in so concentrirter Weise, wie es günstigen Falls das äussere Licht vermag.

Da wir also von den nur denkbaren dunklen Empfindungen, welche schwärzer als Sammtschwarz sind, gar keine Vorstellung haben, eben weil sie erfahrungsgemäss nicht vorkommen und nach meiner Theorie auch nicht vorkommen können, so ist begreiflich, dass uns das mittle Grau oder die mittle Helligkeit dem Sammtschwarz näher zu stehen scheint, als dem hellsten wirklich zur Empfindung kommenden Weiss.

§. 32.

Erklärung des simultanen Contrastes.

Stellen wir bei einer mittlen Beleuchtung und mit gesunden, nicht zuvor geblendeten Augen die in meiner zweiten Mittheilung beschriebenen Contrastversuche an, so ergibt sich, dass, wenn ein Theil des Sehorganes durch Licht gereizt wird, die übrigen Theile und insbesondere die Nachbartheile dunkler empfinden als vorher.

Von vornherein gestattet die in §. 27 aufgestellte Hypothese eine mehrfache Erklärung dieser Thatsache. Das Dunklerwerden der Empfindung in der Umgebung des Hellen lässt sich nämlich ebensowohl ableiten aus einer unter dem indirecten Einflusse des Lichtreizes eingetretenen Minderung der Dissimilirung als aus einer Steigerung der Assimilirung (von den denkbaren Combinationen beider Wirkungen ganz abgesehen). In beiden Fällen

müsste eine Verdunklung der Empfindung und als secundäre Wirkung eine Erhöhung der *D*-Erregbarkeit in der Umgebung des Hellen eintreten. Ich werde in den folg. §§. Thatsachen zur Unterstützung der Annahme beibringen, dass bei dieser Verdunklung durch Contrast eine Steigerung der Assimilirung an den verdunkelten Stellen stattfindet, und will daher schon hier von dieser Annahme ausgehen.

Diese Zunahme der Assimilirung ist nun, wie die Versuche lehren, am stärksten in unmittelbarer Nähe der durch äusseres Licht gereizten Stellen, nimmt mit der Entfernung rasch ab, lässt sich aber nicht bestimmt begrenzen und findet wahrscheinlich auch in den entfernteren Theilen, wenngleich hier in kaum oder bisweilen gar nicht merklicher Weise statt. Den zeitlichen Verlauf derselben lasse ich hier vorläufig unberücksichtigt.

Es lässt sich demnach folgender Satz aussprechen: Auf partielle Reizung durch Licht reagirt nicht nur der getroffene Theil, sondern auch dessen Umgebung und zwar der direct gereizte Theil durch gesteigerte Dissimilirung, die (indirect gereizte) Umgebung durch gesteigerte Assimilirung derart, dass letztere Steigerung in der unmittelbaren Nähe der beleuchteten Stelle am grössten ist und mit dem Abstande von derselben rasch abnimmt.

Hieraus erklärt sich nun, warum wir im beleuchteten Raume an den finstern Stellen wirkliches Schwarz sehen (vergl. §. 23), während wir im verdunkelten Auge hellere Empfindungen haben, obgleich die inneren *D*-Reize dort wie hier wirksam sind, und die schwarz empfindenden Stellen des offenen Auges noch dazu immer etwas äusseres Licht empfangen.

Denn ich habe zwar zunächst angenommen, dass nur einzelne Stellen der Netzhaut ausschliesslich beleuchtet seien, und die übrigen ganz finster, aber dieser Fall tritt in Wirklichkeit nie ein, weil im Auge immer Licht über die übrige Netzhaut zerstreut wird, und weil überdies unter den gewöhnlichen Umständen auch von den sogenannten ganz dunklen Theilen des sichtbaren Raumes stets ein schwaches Licht zurückgeworfen wird.

Durch die Steigerung der Assimilirung an den nicht vom Bilde der hellen Objecte getroffenen

Stellen wird nun für gewöhnlich verhütet, dass das zerstreute Licht wahrgenommen wird.

Das zerstreute Licht ist am stärksten in der Nähe eines hellen Netzhautbildes und bedingt hier das Uebergreifen der Beleuchtung über die Grenzen des eigentlichen Bildes (objective Irradiation).

Dadurch, dass die Steigerung der Assimilirung in unmittelbarer Nähe der beleuchteten Stelle am grössten ist, wird auch die Wahrnehmung dieses relativ starken zerstreuten Lichtes grössten Theiles unmöglich gemacht. Auf diesen günstigen Einfluss des simultanen Contrastes hat schon Mach[1] aufmerksam gemacht, ohne ihn jedoch physiologisch genügend erklären zu können.

Das zerstreute Licht wird also innerhalb gewisser Grenzen unschädlich gemacht, das helle Netzhautbild bekommt scharfe Umrisse und wird durch die Verdunklung des Grundes stärker gehoben.

In extremen Fällen genügt allerdings die geschilderte Steigerung der Assimilirung nicht mehr, um das zerstreute Licht ganz unsichtbar zu machen, immerhin aber wird es gedämpft. Übrigens aber hält die Contrastwirkung nicht lange an, sondern schlägt bei fester Fixation früher oder später in ihr Gegentheil um. (Vergl. den folg. §.)

Da man jedoch beim gewöhnlichen Sehen seinen Blick fortwährend über die Aussendinge hin und her bewegt, so hat die beschriebene Einrichtung noch einen weiteren grossen Vortheil. Wie auch das Bild eines hellen Objectes auf der Netzhaut wandert, immer trifft es die Stelle, auf welche es übertritt, gleichsam zu seinem Empfange vorbereitet. Denn die in der Umgebung des Bildes sehr schnell erfolgende Steigerung der Assimilirung erhöht zugleich ebendaselbst die *D*-Erregbarkeit und das helle Bild findet also bei seiner Wanderung immer eine (relativ oder absolut) gesteigerte *D*-Erregbarkeit vor. Nach kurzem Aufenthalte an einer Stelle lässt es

[1] Über die Wirkung der räuml. Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut. Sitzungsber. dies. Akad. 52. Bd. 1865.

dieselbe mit verminderter D-Erregbarkeit zurück, wirkt aber von seinem neuen Platze aus begünstigend auf die Assimilirung jener Stelle zurück und hilft dazu, deren frühere D-Erregbarkeit wieder herzustellen. Dabei wird durch die Steigerung der Assimilirung und die entsprechende Verdunkelung zugleich jene Helligkeit rascher gedämpft, welche hinter einem bewegten hellen Netzhautbilde zurückbleibt und welche man aus einer Nachdauer der Erregung zu erklären pflegt.

Es werden aber, wie ebenfalls in meiner zweiten Mittheilung besprochen worden ist, nicht blos dunkle Theile des Sehfeldes durch Contrast absolut dunkler, sondern auch helle absolut heller.

Wenn es richtig ist, dass auf Reizung eines Theiles die anderen Theile des Sehorganes durch vergrösserte Assimilirung reagiren und zwar hauptsächlich die Nachbartheile, so folgt, dass, wenn zwei Nachbartheile gleichzeitig durch Licht gereizt werden, sie gegenseitig ihre Assimilirung unterstützen In Folge dessen wird das Verhältniss $\frac{W}{S}$ oder $\frac{D}{A}$ an beiden Stellen ein kleineres, als es sein würde, wenn diese gegenseitige Förderung der Assimilirung nicht bestände, und die Empfindung wird dem entsprechend minder hell, als sie sonst sein würde. Man kann also sagen, dass gleichzeitig gereizte Stellen sich gegenseitig in ihrer Helligkeit beeinträchtigen oder sozusagen verdunkeln, um so mehr, je näher sie einander sind, d. h. zugleich, dass sie gegenseitig ihre erregbare Substanz vor zu raschem Verbrauche schützen.

Wenn ein heller Theil von ebenfalls hellen Theilen umgeben ist, so erfährt seine Assimilirung von allen Seiten her eine Unterstützung und erscheint daher minder hell, als wenn er von dunklen Theilen umgeben wäre: hierauf beruht die Steigerung der Helligkeit durch Contrast.

Es erklärt sich nun, warum helle Objecte auf dunklem Grunde heller erscheinen, wenn sie ein kleines, als wenn sie ein grosses Netzhautbild geben. Man lege einen Bogen grauen Papieres auf sammtschwarzen Grund

und in einiger Entfernung davon auf denselben Grund einen schmalen Streifen desselben Papieres, so wird dieser Streifen deutlich heller erscheinen als der ganze Bogen. Streifen und Bogen dürfen bei diesem Versuche keine Knickungen haben und müssen von feinem Korne sein oder aus grösserer Entfernung aber bei scharfer Acomodation betrachtet werden. Hierher gehört auch folgender Versuch von Mach[1].

„Legt man auf einen unbegrenzten schwarzen Grund ein weisses Quadrat, so zeigt dies eine gewisse Contrasthelligkeit.“ Schneidet man nun aus der Mitte desselben ein kleines Quadrat aus und legt es daneben, „so bleibt die Gesammthelligkeit des Gesichtsfeldes dieselbe. Die Helligkeit des Weiss wächst jedoch. Dies deutet,“ wie Mach fortfährt, „auf eine Wechselwirkung der Netzhautstellen und zwar auf eine desto stärkere, je näher sich die Netzhautstellen sind. Es geschieht eben in dem Versuche nichts anderes, als dass einige schwarze Stellen einigen weissen näher rücken.“ Dieser Versuch beweist zugleich, dass die scheinbare Helligkeit eines hellen Papierbildes nicht blos abhängt von dem „Verhältniss der Lichtquantität der gesammten Netzhaut und des Papierbildes“, woraus Mach[2] das scheinbare Gleichbleiben eines und desselben Papierweiss trotz verschiedener Helligkeit der Beleuchtung erklären wollte, denn bei dem eben beschriebenen Versuche bleibt ja dieses Verhältniss dasselbe und nur die Vertheilung des Lichtes ändert sich. Das scheinbare Gleichbleiben desselben Papierweiss bei verschiedenen Beleuchtungen erklärt sich aus der Adaptation des Sehorganes, und diese beruht, wie ich später zeigen werde, auf einem, unter dem Einflusse des dauernd wirkenden Lichtreizes sich herstellenden, neuen annähernden Gleichgewichte zwischen Dissimilirung und Assimilirung.

Am eindringlichsten zeigt folgender Versuch die Erhellung durch Contrast. Man halte ein grösseres Stück schwarzen Papieres gegen den blauen oder graubewölkten Himmel, steche aber zuvor ein feines Loch in das Papier, etwa 1 Cm. weit vom Rande desselben, und vergleiche dann die Helligkeit des Himmels mit der des leuchtenden Punktes; ersterer ist mässig hell, letzterer leuchtet intensiv. Hieraus erklärt sich mit die grosse scheinbare Helligkeit der Sterne trotz ihrer objectiven Lichtschwäche.

---

[1] Über die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize. IV. Abhandl. Sitzungsber. d. Wiener Akad. der Wissensch. 57. Bd., S. 11. 1868.

[2] Über die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander. Vierteljahresschrift für Psychiatrie. 1868.

Wenn man eine beschränkte Stelle einer beliebig hellen oder dunklen Fläche eben merklich erhellt oder (z. B. durch Schatten) verdunkelt, so beruht die Merklichkeit dieser Veränderung nach dem Gesagten keineswegs blos auf der Zu- oder Abnahme der Helligkeit der betroffenen Stelle, wie man dies zeither angenommen hat, sondern auch auf der Ab- oder Zunahme der Helligkeit ihrer Umgebung. Dies kommt bei den üblichen Methoden zur Messung der Unterschiedsempfindlichkeit sehr in Betracht.

Alles, was von dem Contraste zwischen Hell und Dunkel gesagt worden ist, gilt selbstverständlich auch von Contrasten zwischen Hell und Minderhell, Dunkel und Minderdunkel, was ich hier nicht weiter ausführen will.

Ich lasse vorläufig ganz dahingestellt, ob die indirecte Wirkung des Lichtreizes blos darauf beruht, dass er die Assimilirung der Umgebung und besonders der gereizten Stelle selbst begünstigt, oder ob er etwa gleichzeitig auch die Dissimilirung der Umgebung herabsetzt. Dies würde die Erscheinungen zwar dem Masse nach, nicht aber der Richtung nach ändern. Später werde ich bei der ausführlichen Erörterung der Contrasterscheinungen darauf zurückkommen. Hier beabsichtige ich nur eine kurze Skizzirung meiner Theorie.

Die zunächst räthselhaft erscheinende Thatsache, dass das Licht nicht nur direct auf den von ihm getroffenen Theil, sondern auch indirect auf die übrigen und insbesondere die Nachbartheile wirkt, muss man, wie jede Thatsache, einfach hinnehmen. Denn dass eine solche indirecte Wirkung und überhaupt eine Wechselwirkung der einzelnen Theile des Sehorganes besteht, habe ich in meinen früheren Mittheilungen über Contrast und Induction bewiesen. Die Sache verliert viel von ihrer Räthselhaftigkeit, wenn man bedenkt, dass es im Bereiche des physicalischen und chemischen Geschehens zahlreiche Analogien dafür gibt, besonders da, wo es sich um Auslösung von Kräften handelt.

Man denke sich z. B., die Ätherschwingungen lösten an der gereizten Stelle einen chemischen Process aus, durch welchen Wärme frei würde, so wäre denkbar, dass diese Wärme nun ihrerseits die Assimilirung unterstützte und zwar nicht nur an der beleuchteten Stelle, sondern in Folge der Fortleitung der Wärme auch, jedoch schwächer, in der Umgebung. Ich bemerke aber ausdrücklich, dass dies nur ein Bild sein soll, und dass sich solcher Bilder viele machen liessen.

§. 33.

Erklärung der simultanen und successiven Lichtinduction.

Wie in meiner dritten Mittheilung (über simultane Lichtinduction) näher auseinandergesetzt ist, überzieht sich ein dunkler Grund, auf welchem sich helle Theile befinden, mehr und mehr mit subjectivem Licht, wenn man eine Stelle längere Zeit fixirt hat. Diese Erhellung des Grundes beginnt an der Grenze der hellen Theile und breitet sich allmälig immer weiter aus, während zugleich die hellen Theile immer dunkler werden.

Diese von mir sogenannte simultane Lichtinduction ist eine nothwendige Folge der anfänglichen Contrastwirkung. Durch die Reizung und gesteigerte Dissimilirung in den beleuchteten Theilen wird in den übrigen die Assimilirung gesteigert, was sich durch die subjective Verdunklung derselben verräth. Diese Steigerung der Assimilirung hat nun an den dunklen Stellen eine Zunahme der erregbaren Substanz und also auch der *D*-Erregbarkeit zur Folge. Die fortwirkenden innern Reize und das schwache von dem dunklen Grunde zurückgeworfene oder von den hellen Theilen zerstreute Licht bewirken daher eine immer mehr zunehmende Dissimilirung, während die Assimilirung nicht zu-, sondern vielmehr allmälig wieder abnimmt. Hieraus folgt, nach meiner Theorie, eine Wiederzunahme der scheinbaren Helligkeit an den vorher durch Contrast verdunkelten Stellen.

Handelt es sich nicht um Hell und Dunkel, sondern um Hell und Minderhell, Minderdunkel und Dunkel, so ist der Verlauf im wesentlichen derselbe; der anfangs durch Contrast mit dem Helleren etwas abgeschwächte Grund nimmt wieder an Helligkeit zu, der durch Contrast mit dem Minderdunklen noch mehr verdunkelte dunkle Grund wird wieder minder dunkel.

Da, während der Grund sich durch simultane Induction aufhellt, zugleich die helleren Theile wegen der unter dem Einflusse des Reizes stattfindenden Abnahme der erregbaren Substanz und der *D*-Erregbarkeit allmälig minder hell werden, so tritt früher oder später der Fall ein, dass die

Helligkeit des Grundes eben auf denselben Grad gestiegen ist, auf welchen gleichzeitig die Helligkeit der helleren Theile herabgesunken ist: jetzt fliessen Grund und hellere Theile unterschiedslos zusammen, oder wie man zu sagen pflegt, die hellen Theile verschwinden. In den peripherischen Theilen tritt dies schneller ein als in den centralen, doch fordert der Versuch sowohl dort als insbesondere hier Uebung im dauernden festen Fixiren; denn jede Bewegung des Auges verschiebt die hellen Bilder auf der Netzhaut und ihre Umrisse treten jetzt in Folge des successiven Contrastes mit um so grösserer Deutlichkeit hervor. Der Ungeübte wird deshalb besser thun, auf einer hellen Fläche eine Anzahl verwaschen begrenzter Schatten zu erzeugen, oder ein weisses Papier über einer russenden Oelflamme hin und her zu führen. Bei fester Fixation einer solchen Fläche, auf der Helleres und Dunkleres abwechseln, wird er bald Alles die gleiche Helligkeit annehmen sehen.

Hört die Beleuchtung der hellen Theile auf, so können sie nicht mehr begünstigend auf die Assimilirung in den umgebenden Theilen wirken, die Assimilirung sinkt daher hier sofort, während die Dissimilirung unter dem Einflusse der innern D-Reize nicht nur fortbesteht, sondern auch wegen der gesteigerten D-Erregbarkeit entsprechend stark ist. Nach unserer Theorie folgt, dass nun das Verhältniss $\frac{W}{S}$ oder $\frac{D}{A}$ ein grösseres, d. h. die Empfindung heller wird. Daher erscheinen nach langer Fixation einer Fläche, die Helles auf dunklem Grunde zeigt, im nachher verdunkelten Auge die vorher dunklen Theile hell und wie ich gezeigt habe, unter günstigen Umständen geradezu leuchtend hell: dies ist die successive Lichtinduction.

§. 34.

Erklärung des successiven Contrastes.

Ich will das Wesentlichste der Erscheinungen des successiven Contrastes an vier Cardinalversuchen erläutern, welche zum Theil schon früher erwähnt worden sind.

1. Man lege auf einen weissen Grund zwei tiefschwarze Blätter oder mit schwarzem Sammt überzogene Cartonbogen derart, dass sie nur einen 1 Cm. breiten weissen Streifen freilassen, und fixire letzteren $^1/_2$—1 Minute lang. Dabei wird man bemerken, dass die ursprüngliche Helligkeit des Weiss allmälig nachlässt. Entfernt man aber plötzlich die schwarzen Blätter, so erscheint der unmittelbar vorher noch weisse Streifen dunkelgrau. Diese plötzliche Verwandlung des Streifens ist nach meiner Theorie die nothwendige Folge der plötzlichen hellen Beleuchtung seiner Nachbarschaft; die Dissimilirung der letzteren wird plötzlich gesteigert und wirkt nun ihrerseits von zwei Seiten her begünstigend auf die Assimilirung an der Stelle des Streifens. Vor der Entfernung der schwarzen Blätter war das Gegentheil der Fall; auf die Nachbarschaft des vom Weiss des Streifens beleuchteten Theils wirkte nur spärlich zerstreutes Licht dissimilirend, dagegen wurde vom Streifen her die Assimilirung begünstigt und die *D*-Erregbarkeit gesteigert. Wird nun plötzlich das Licht des weissen Grundes neben dem Streifen sichtbar, so wirkt es um so stärker dissimilirend. An der Stelle des Streifens hat dagegen die erregbare Substanz und mit ihr die *D*-Erregbarkeit abgenommen, die Dissimilirung und das Gewicht der Empfindung ist trotz gleichbleibendem Reize kleiner geworden, und die plötzliche Steigerung der Assimilirung wirkt nun um so stärker verdunkelnd.

Der beschriebene Versuch ist eine zweckmässige Abänderung des bekannten Versuches, bei welchem man nach längerer Fixation eines hellen Objectes auf dunklem Grunde den Blick auf eine weisse Fläche richtet.

Dass es paradox ist, zu behaupten, der Streifen werde unmittelbar nach Entfernung der schwarzen Blätter noch ebenso hell empfunden, wie kurz zuvor, und er scheine nur in Folge eines falschen Urtheils dunkler, beziehungsweise im günstigsten Falle sogar schwärzlich, dies habe ich schon in §. 19 hervorgehoben. Man kann deshalb auch ein solches negatives Nachbild nicht blos aus der „Ermüdung“, d. h. der gesunkenen „Erregbarkeit“ für äusseres Licht erklären.

2. Legt man auf einen schwarzen Grund zwei grosse weisse Blätter, so dass sie wieder nur einen schmalen Streifen des

Grundes freilassen, und fixirt den letztern $^1/_2$ Minute lang, so wird er anfangs sehr dunkel erscheinen und allmälig etwas heller werden (simultane Lichtinduction), sobald man aber die beiden weissen Blätter schnell entfernt, weisslich erscheinen. Dies beruht auf der schon erklärten successiven Lichtinduction. Der Versuch ist nur eine Abänderung des Versuchs, bei welchem man ein schwarzes Object auf weissem Grunde fixirt und dann auf einen schwarzen Grund blickt. Dass das plötzliche Hell- oder Weisslichwerden des kurz vorher noch schwarzen Streifens sich nicht aus der „Ermüdung" seiner Umgebung erklären lässt, wurde schon in meiner ersten Mittheilung gezeigt.

3. Lege ich einen schmalen weissen Streifen auf schwarzen Grund, fixire denselben eine Weile und ziehe ihn dann rasch weg, oder schiebe ein gleich schwarzes Blatt darüber, so erscheint nun das Schwarz an der Stelle des früheren Streifens dunkler und in der nächsten Umgebung heller als kurz vorher.

Während der Betrachtung des weissen Streifens wurde in seiner Umgebung die Assimilirung gesteigert, an der Stelle des Streifens aber nahm die *D*-Erregbarkeit ab, während eine irgend erhebliche *A*-Ermüdung, d. h. Erschöpfung des Assimilirungsmaterials (siehe den folg. §.) nicht stattfand. Deshalb erscheint zwar bei genauer Beobachtung im ersten Momente nach Entfernung des weissen Streifens an seiner Stelle ein schwach grauer (das positive, jetzt aus dem Fortklingen der Erregung erklärte Nachbild), sehr schnell aber wird die Stelle ganz schwarz, während ihre Umgebung sich aufhellt, weil hier die vorhergegangene Unterstützung der Assimilirung weggefallen ist und das schwache Licht der schwarzen Fläche sowie die inneren Reize jetzt eine gesteigerte *D*-Erregbarkeit finden.

4. Fixire ich einen schwarzen Streifen auf weissem Grunde und ziehe nach einer Weile den Streifen rasch weg oder schiebe ein gleich weisses Blatt darüber, so sehe ich an Stelle des schwarzen Streifens ein Weiss, das viel heller und reiner ist, als das Weiss der übrigen Fläche und besonders von seiner nächsten Umgebung absticht, welche häufig schmutzigweiss oder hellgrau erscheint (Dunkelhof). Während der Betrachtung des schwarzen Streifens wurde nämlich im entsprechenden Theile des Sehorganes die Assimilirung von zwei Seiten her gesteigert,

daher das anfängliche tiefe Schwarz des Streifens; in nächster Umgebung des Streifens aber fand eine stärkere Herabsetzung der *D*-Erregbarkeit als im Übrigen statt, weil die Assimilirung nur von der einen Seite her, nicht wie im Übrigen von allen Seiten her unterstützt wurde. Das Licht, welches dann plötzlich auf den vorher dunklen Theil des Sehorganes fällt, findet also hier eine gesteigerte *D*-Erregbarkeit vor, bewirkt daher eine relativ starke Dissimilirung, welche ihrerseits wieder begünstigend auf die Assimilirung der Nachbarschaft wirkt. Theils wegen dieser stärkeren Assimilirung, theils wegen der schwächeren Dissimilirung erscheinen nun diese Nachbartheile dunkler als die übrige weisse Fläche.

In diesen vier Versuchen sind die wesentlichsten und bekanntesten Erscheinungen der negativen Nachbilder des offenen Auges oder des successiven Contrastes enthalten; das fernere Detail möge später ausführlich erörtert werden. Man sieht aber schon aus der hier gegebenen Skizze, wie ausgiebig sich aus meiner Theorie alle diese Erscheinungen erklären lassen, und zugleich, wie ungenügend die bisherigen Erklärungen waren.

§. 35.

Über die Ermüdung des Sehorganes.

Wenn durch Einwirkung eines Lichtreizes die Dissimilirung der erregbaren Substanz unmittelbar gesteigert wird und dadurch wieder mittelbar, obwohl in schwächerem Masse, auch die Assimilirung der beleuchteten Theile, so muss nicht nur die Menge der erregbaren Substanz in diesen Theilen abnehmen, sondern es kann auch der Vorrath an Assimilirungsmaterial dann sich mindern, wenn der Verbrauch desselben unter dem indirecten Einflusse des Reizes rascher stattfindet, als der gleichzeitige Ersatz aus dem Blute erfolgen kann. Hört dann die Reizung plötzlich wieder auf, so sinkt nicht nur die Dissimilirung auf ein Maass zurück, wie es der geminderten erregbaren Substanz und den fortwirkenden inneren Reizen entspricht, sondern es sinkt auch die Assimilirung, weil sie nicht mehr durch die indirecte Wirkung des Reizes unterstützt wird. Wenn nun aber die Grösse

der Assimilirung mit abhängig ist von der Menge des zur Assimilirung bereitstehenden Materiales, und dieses ist durch die vorangegangene Reizung erheblich gemindert, so kann in Folge dessen die Assimilirung nach Schluss der Reizung noch schwächer werden als die Dissimilirung, was im verdunkelten Auge eine Nachempfindung bedingen muss, welche heller ist als das neutrale Grau. Allmälig wird sich dann das mehr oder weniger erschöpfte Assimilirungsmaterial wieder aus dem Blute ergänzen und damit auch die Assimilirung wieder zu-, die Helligkeit der Nachempfindung wieder abnehmen.

Es ist also unter dem Einflusse des Lichtreizes eine doppelte Art der Ermüdung des beleuchteten Theiles denkbar; die eine verräth sich durch eine geminderte *D*-Erregbarkeit und beruht auf der Abnahme der erregbaren Substanz, die andere ist die Folge der mehr oder minder grossen Erschöpfung des Assimilirungsmateriales. Wir können diese beiden Arten der Ermüdung als *D*-Ermüdung und *A*-Ermüdung unterscheiden. Es ist diese Unterscheidung nicht blos für die Physiologie der Sehsubstanz, sondern auch für die der irritablen Substanzen überhaupt unentbehrlich.

Blickt man in die Sonne, so erhält man im nachher verdunkelten Auge ein lang andauerndes helles Nachbild. Man erklärt es jetzt, wie alle solche positiven Blendungsbilder, aus einer Fortdauer der Erregung. Nun sollte man meinen, dass, wenn dies richtig ist, beim Einfallen neuen Lichtes, z. B. beim Blicke auf eine helle weisse Fläche, diese Erregung noch gesteigert werden und das Nachbild noch heller erscheinen müsste als im geschlossenen Auge; statt dessen aber erscheint es vielmehr dunkler und manchmal sehr viel dunkler.

Wenn ich eine schwarze Scheibe auf weissem Grunde $^1/_2$—1 Minute lang fixire, und dann die Augen verdunkle, so sehe ich ein helles Nachbild der Scheibe; dasselbe leuchtet im inducirten Lichte und zwar oft ebenso hell wie das positive Nachbild der Sonne. Blicke ich dann auf eine hellweisse Fläche, so wird dieses helle Nachbild noch viel heller. Es tritt also, verglichen mit dem vorigen Versuche, das gerade Gegentheil ein.

Die Helmholtz'sche Theorie muss sich aus diesem auffallenden Widerspruch durch die unbewussten „falschen Urtheile und Schlüsse" heraushelfen, indem sie annimmt, das im verdunkelten Auge helle Blendungsnachbild der Sonne werde, wenn man auf eine helle Fläche blickt, wirklich noch heller „empfunden" als vorher im verdunkelten Auge, aber man halte es gleichwohl für dunkel oder schwärzlich, weil man jetzt seine Helligkeit mit der viel grösseren Helligkeit der übrigen weissen Wand vergleiche; im Gegensatze zu diesem Weiss erscheine Einem nun das Nachbild dunkel, während man es im geschlossenen Auge im Gegensatz zu dem „Eigenschwarz" der Netzhaut für hell halte. Diese psychologische Theorie verkehrt also hier entschiedenes Dunkel in angebliches Hell. Umgekehrt verfährt sie mit dem Nachbilde der schwarzen Scheibe, welches im verdunkelten Auge ebenfalls hell ist. Von diesem behauptet sie, es werde eigentlich schwärzlich empfunden, d. h. es habe nur jene sehr schwache Helligkeit, welche der Augengrund zeigt, wenn man das Auge $^1/_2$—1 Minute lang verdunkelt hatte; man halte aber gleichwohl das Nachbild für hell leuchtend, weil die übrige Netzhaut wegen der vorangegangenen Ermüdung noch viel dunkler sei als gewöhnlich. Dass häufig bei diesem Versuche der Augengrund im nachher verdunkelten Auge gar nicht dunkler ist als gewöhnlich, sondern manchmal sogar heller, wird dabei übersehen. Hier verkehrt also diese Theorie entschiedenes Hell in angebliches Dunkel.

Überhaupt nimmt diese Theorie der Nachbilder, wie sie hauptsächlich Helmholtz entwickelt hat, auf die wirkliche oder absolute Helligkeit und Dunkelheit der Nachbilder gar keine Rücksicht, sondern fragt nur nach der relativen;[1] sie erklärt nur, warum in einem positiven oder negativen Nachbilde das Nachbild heller oder dunkler ist als der Grund; wie hell oder dunkel aber beide sind, kümmert sie nicht.

Meine Theorie hingegen erklärt, was man wirklich sieht, warum also auch z. B. das helle positive Nachbild der Sonne dunkel, das helle negative Nachbild der schwarzen Scheibe noch heller wird, wenn man auf eine helle Fläche blickt.

[1] Vergl. insbesondere Helmholtz, Physiologische Optik S. 363.

Letzteres habe ich schon oben erklärt. Während der Betrachtung der schwarzen Scheibe auf hellem Grunde wurde die Assimilirung und damit die *D*-Erregbarkeit an der dunklen Stelle gesteigert. Nach Schluss der Reizung bewirken daher die innern *D*-Reize hier eine stärkere Dissimilirung und das neu hinzukommende Licht findet eine grössere *D*-Erregbarkeit an dieser Stelle vor als im übrigen. Daraus folgt die Helligkeit des Nachbildes und die Steigerung dieser Helligkeit, wenn man auf eine weisse Fläche blickt. Während der Betrachtung der Sonnenscheibe findet dagegen an der direct gereizten Stelle nicht nur eine sehr starke Dissimilirung, sondern auch eine sehr bedeutende, wenngleich minder starke Assimilirung statt; durch erstere wird die erregbare Substanz und das *D*-Vermögen stark gemindert, durch letztere das vorhandene *A*-Material rasch verbraucht. Hieraus resultirt nachher im verdunkelten Auge eine Empfindung, welche auf einer nur schwachen Dissimilirung unter dem Einflusse der innern Reize und auf einer noch schwächeren Assimilirung beruht, also eine Empfindung, die zwar hell ist, aber ein sehr kleines Gewicht hat. Lasse ich nun starkes Licht auf die ganze Netzhaut fallen, so bewirkt dieses an der Stelle des Nachbildes wegen der hier stark herabgesetzten *D*-Erregbarkeit eine nur sehr kleine absolute Zunahme der Dissimilirung, die Assimilirung dieser Stelle aber wird von der ganzen übrigen Netzhaut her durch die grosse Dissimilirung derselben sehr unterstützt, und da wegen der Kleinheit der Dissimilirung nur ein kleiner absoluter Zuwachs der Assimilirung nöthig ist, um letztere grösser werden zu lassen als erstere, und das Nachbild entsprechend zu verdunkeln, so geschieht dies bei starker Beleuchtung wirklich, obwohl das Assimilirungsmaterial an dieser Stelle so stark erschöpft ist.

Wenn man die ganze Netzhaut grell beleuchtet, indem man z. B. gegen eine weit ausgebreitete sonnenbeschienene Wand blickt, oder die geschlossenen Augen gegen die Sonne wendet, und man verdunkelt dann die Augen, so sieht man keineswegs ein tiefes Schwarz, sondern längere Zeit einen Lichtnebel, der viel heller ist, als der nach längerer Ruhe des Auges sichtbare. Dies hat ebenfalls seinen Grund in dem starken Verbrauch des *A*-Materiales während der Reizung.

Die soeben angeführten und zahlreiche andere Thatsachen, welche sich aus der Annahme einer besonderen A-Ermüdung unter dem Einflusse des Lichtes erklären, liefern mir umgekehrt auch den Beweis für die Richtigkeit der im §. 32 gemachten Annahme, dass der Lichtreiz nicht blos unmittelbar durch Steigerung der Dissimilirung, sondern auch mittelbar durch Steigerung der Assimilirung in dem gereizten Theile und dessen Umgebung wirkt; dies hat die A-Ermüdung der gereizten Stelle zur Folge, an welcher diese indirecte Wirkung am stärksten ist.

In die unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Nachbilder im geschlossenen Auge kommt Ordnung und Klarheit, wenn man neben der D-Ermüdung zugleich die A-Ermüdung in Rechnung zieht. Berücksichtigt man hierbei auch immer die Wechselwirkung der einzelnen Theile, welche im verdunkelten Auge unter dem Einflusse der inneren Reize ganz analog stattfindet, wie im offenen, dem Lichtreize ausgesetzten Auge, bedenkt man, dass diese Wechselwirkungen in der Nähe der Conturen immer am stärksten sind, wodurch die „Säume“ und „Randscheine“ (Fechner) der Nachbilder entstehen, so ist man hinreichend ausgerüstet, um die Untersuchung dieser Erscheinungen da wieder aufzunehmen, wo sie Fechner leider abbrechen musste, und auf Grund der classischen Untersuchungen dieses Forschers weiter zu bauen. Meine späteren Mittheilungen werden, wie ich hoffe, diese Behauptung mehr und mehr rechtfertigen. Hier wollte ich nur den leitenden Faden zeigen, der, wie ich meine, durch dieses Labyrinth von Erscheinungen führen kann.

Selbstverständlich kommt die A-Ermüdung oder Minderung des A-Vermögens auch bei den in den früheren Paragraphen besprochenen Erscheinungen vielfach in Betracht. Da ich aber die Darstellung nicht gleich vom Anfang an auch durch Berücksichtigung dieses Factors, der dort nur das Maass, nicht die Richtung der Erscheinung ändert, compliciren wollte, so habe ich vorläufig davon abgesehen.

§. 36.
Über Plateau's Theorie.

Ich habe im Obigen nur auf die jetzt ziemlich allgemein angenommene und insbesondere von Helmholtz entwickelte Theorie kritische Rücksicht genommen, die Theorie Plateau's aber ganz vernachlässigt. Derselbe Vorwurf, den ich der erstgenannten Theorie machen musste, dass sie nämlich einen Theil der Thatsachen aus dem Zusammenhange der übrigen herausreisst und mit der Erklärung dieses Theiles das Ganze erklärt zu haben meint, trifft in noch höherem Maasse die Plateau'sche Theorie.

Nach Plateau kehrt die durch äussere Reize „aus ihrem Normalzustande gerissene und plötzlich sich selbst überlassene Netzhaut gleich einer Feder durch eine Oscillationsbewegung in ihren Normalzustand zurück, so dass der Eindruck wechselsweise in die beiden entgegengesetzten Zustände übergeht.“ [1] Als solche entgegengesetzte Zustände sieht er Weiss und Schwarz, sowie je zwei complementäre Farben an, sonderbarerweise aber so, dass zwar Schwarz als negativer Zustand dem Weiss als positivem entgegengestellt wird, eine und dieselbe Farbe aber bald als positiver bald als negativer Zustand aufgefasst wird, je nachdem sie objectiven oder rein subjectiven Ursprungs ist. Das abwechselnde Verschwinden und Wiedererscheinen der Nachbilder im verdunkelten Auge sowie die Contrast- und Inductionserscheinungen, welche letztere er von der physicalischen Irradiation nicht streng scheidet, bildeten die Ausgangspunkte seiner Theorie.

Abgesehen davon, dass die ganze Theorie im günstigsten Falle nur auf ein zutreffendes Bild, nicht aber auf eine eigentliche Erklärung hinauslaufen würde, ist es nicht einmal zutreffend, dass die „Oscillationen“ immer um den Normalzustand (dies wäre mein mittles Grau) erfolgen. Ferner lässt Plateau aus zwei complementären Farben bald Weiss bald Schwarz ent-

[1] Über das Phänomen der zufälligen Farben. Poggendorff (Annal. d. Physik 32. Bd. 1834, S. 543).

stehen, je nachdem sie objectiv oder subjectiv sind. Er stützt sich dabei lediglich auf einen Versuch, aus welchem man, wie schon Fechner angab, wenn man ihn etwas abändert, ebenso gut das Gegentheil von dem beweisen kann, was Plateau damit beweisen wollte. Plateau's Behauptung, dass zwei complementäre Farben, je nachdem sie objectiv oder subjectiv sind, Weiss oder Schwarz erzeugen können, ist ebenso willkürlich und paradox, wie die Behauptung von Helmholtz, dass ein und derselbe Zustand einer Stelle des Sehorganes bald weiss bald schwarz wahrgenommen werden kann, je nachdem die Umgebung der Stelle dunkler oder heller erscheint, als die letztere selbst.

Analog der zeitlich ausgebreiteten, nahm Plateau auch räumlich ausgebreitete Oscillationen der Netzhaut an. Hierbei stützte er sich auf die Irradiation, welche er für rein subjectiv nahm, und auf die Contrasterscheinungen. Eine Erklärung der letzteren war damit auch nicht gegeben, sondern nur eine bildliche Umschreibung und Zusammenstellung der Thatsachen.

Ich verkenne nicht das Verdienst Plateau's, erkannt zu haben, dass Schwarz und Weiss auf physiologischen Gegensätzen und nicht blos auf graduellen Verschiedenheiten desselben physiologischen Processes beruhen; auch stimme ich ihm, wie die folgenden Mittheilungen zeigen werden, darin bei, dass complementäre Farben physiologische Gegensätze sind. Wer aber letzteres annehmen will, darf consequenterweise nicht annehmen, dass complementäre Farben sich zu Weiss oder Schwarz ergänzen, und noch weniger, dass dieselben complementären Farben zusammen bald Weiss und bald Schwarz geben.

In jedem Irrthum liegt etwas Wahres, und so enthält auch die Plateau'sche Oscillationstheorie ebenso wie die Ermüdungstheorie selbstverständlich viel Richtiges. Gerade auf diejenigen Thatsachen, welche Helmholtz gar nicht zu erklären vermag und deshalb nur psychologisch umschreibt, stützt sich die Theorie Plateau's. Dass sich die Vorzüge beider Theorien bei gleichzeitiger Vermeidung ihrer Fehler in einer umfassenderen Theorie vereinigen lassen, dafür liefert, wie ich meine, die hier aus neuen Gesichtspunkten entwickelte Theorie den Beweis.

§. 37.

Schlussbemerkungen.

Ich bin weit entfernt zu glauben, dass die hier entwickelte Theorie endgiltig richtig ist; doch meine ich, dass sie der Wahrheit wesentlich näher kommt, als die jetzt übliche. Im Einzelnen wird manches noch zu verbessern sein, und der Grundgedanke der ganzen Theorie wird später, auch wenn er richtig ist, den weiteren Fortschritten der Chemie und Physik entsprechend anders ausgedrückt werden müssen. Ferner wird gerade mein Bestreben, an die jetzt geltenden Sätze der allgemeinen Nervenphysiologie möglichst anzuknüpfen, es später bedingen, dass die fortschreitende Erkenntniss des Wesens der Nerventhätigkeit auch diese Theorie modificiren wird.

Auch möchte ich die hier vorliegende Skizze nur als Programm für die späteren ausführlichen Mittheilungen betrachtet wissen. Wenn sie auch das Ergebniss langer Beschäftigung mit dem Gegenstande ist, so ist doch dieser Gegenstand selbst fast unerschöpflich, und insbesondere sind durch die, im Wesentlichen aus den Hauptphänomenen abgeleitete Theorie eine grosse Menge Specialfragen neu angeregt oder wenigstens der Untersuchung erst zugänglich geworden, die sich nur durch grössere und zum Theil messende Versuchsreihen erledigen lassen.

Wie ich mich bemüht habe, bei meinen psychologisch-optischen Untersuchungen nie die Fühlung mit der allgemeinen Physiologie und besonders der Nervenphysiologie zu verlieren, so bin ich auch der Meinung, dass die letztere durch Untersuchungen, welche nach der Methode der vorliegenden geführt werden, bedeutend gefördert werden könne. Denn ich war immer der Ansicht, dass die grossen Aufgaben, welche der Physiologie und insbesondere der Nervenphysiologie gestellt sind, am zweckmässigsten, ähnlich einer Tunnelbohrung, von zwei Seiten zugleich in Angriff genommen werden, nämlich nicht nur von der physikalisch-chemischen Seite, sondern auch von der psychischen. Die Richtung, in welcher von beiden Seiten gearbeitet werden muss, ist bereits klar vorgezeichnet, und das gemeinsame ideale

Ziel, wo dereinst die Arbeiter zusammentreffen sollen, kennen wir auch. Dieses Ziel ist zugleich die Grundvoraussetzung der ganzen Arbeit. Als Ziel genommen ist es die Erkenntniss des causalen Zusammenhanges alles physischen Geschehens auf der einen, alles psychischen Geschehens auf der anderen Seite; als Voraussetzung genommen ist es die gesetzmässige Abhängigkeit beider Arten des Geschehens von einander.

XII. SITZUNG VOM 30. APRIL 1874.

Herr Prof. Dr. Emil Weyr in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Erzeugung der Curven dritter Ordnung mittelst symmetrischer Elementensysteme zweiten Grades."

Herr Director Dr. Jos. Stefan legt eine Abhandlung: „Versuche über die scheinbare Adhäsion" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Ungarische: Almanach. 1869 & 1870. I. füzet. Pesten; 8°. — Értesítö. VI. Évf., 9—17 szám. 1872; VII. Évf. 1—7 szám. 1873. Pest; 8°. — Értekezések, nylvtud. II. Köt. 12. sz.; III. Köt. 1.—7. sz. 1872 & 1873. — Értekez. történettud. II. Köt. 2.—9. sz., 1872 & 1873. — Értekez. philosoph. II. Köt. 3. sz. 1872. — Értekez. társad. II. Köt. 6.—7. sz. 1873. — Értekez. mathemat. II. Köt., 2. sz. 1873. — Értekez. természettud. III. Köt. 4.—14, sz.; IV. Köt. 1.—2. sz. 1872 & 1873. Pest; 8°. — Nyelvtud. Közlemények. X. Köt. 2. füz. Pesten, 1872; 8°. — Archaeolog. Közlem. IX. Köt. 1. füz. Budapest, 1873; folio. — Mathemat. Közlem. VI. Köt. 1868. Pest; 8°. — Évkönyvei. XIII. Köt. 9.—10. darab; XIV. Köt. 1. dar. Pesten, 1872 & 1873; 4°. — A Magyar nyelv szótára. V. Köt. 2.—4. füz. Pest, 1868—1870; 4°. — *Monumenta Hungariae historica. Scriptores.* XXIV. Köt. Budapesten, 1873; 8°. — Török-Magyarkori történelmi emlékek. VIII. Köt. Pest, 1872; 8°. — *Archivum Rákóczianum.* I. oszt. I. Köt. Pesten, 1873; 8°. — Magyarországi régészeti emlétek. II. Köt. 1. rész. Budapest, 1873; 4°. — Magyarország helyrajzi története. II. Köt. Budapest, 1872; 8°. — A helyes magyarság elvei. Budapest, 1873; 8°. — A hazai és külföldi iskolázás a XVI. században. Budapest

1873; 8°. — A régi Pest. Budapest, 1873; 8°. — *Icones selectae Hymenomycetum Hungariae.* 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Inhaltsverzeichniss der Abhandlungen aus den Jahren 1822 bis 1872. Berlin, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1874; 8°.

Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen. Von C. Kořistka und J. Krejči. II. Band, 2. Theil. (Deutsch und böhmisch.) Prag, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1984—1985. (Bd. 83. 16—17.) Kiel, 1874; 4°.

Ateneo di Brescia: Commentari. Dall' anno 1852 al 1869. Brescia, 1859—1870; 8°. — Gabriele Rosa, Dialetti, costumi e tradizioni nelle provincie di Bergamo e di Brescia. Brescia, 1870; 8°. — Giambattista Brocchi, Sul ferro spatico delle miniere della Valtrompia. 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIX, Nr. 195. Genève, Lausanne, Paris, 1874; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 15. Paris, 1874; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Bd., Nr. 8. Wien, 1874; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1874; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IX, 4. & 5. Heft. Leipzig, 1874; 8°.

Königsberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1873. 4° & 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1874, 4. Heft. Wien; 8°.

Nature. Nr. 234, Vol. IX. London, 1874; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1874. XXIV. Band. Nr. 1. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1874, Nr. 6. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2me Série, Nr. 43. Paris, 1874; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 3me Série. Tome Ier, Nr. 5. Paris, 1872—1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1874; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXVI. Jahrgang, 6. & 7. Heft. Wien, 1874; 4°.

Beiträge zur Topographie und Mechanik des Mittelohres.

Von **E. Mach** und **J. Kessel.**

(Mit 1 Tafel und 5 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. April 1874.)

1.

A. Geometrische Beschreibung des Mittelohres.

Hält man ein Felsenbein frei in der Hand, so ist es nicht ganz leicht, demselben genau die Stellung zu geben, die es bei einer angenommenen Lage des Kopfes haben müsste. Man kann ziemlich bedeutende Drehungen mit dem Felsenbein vornehmen, ohne die daraus hervorgehende Desorientirung zu merken. Da nun anatomische Angaben über das Gehörorgan gewöhnlich an blossen Felsenbeinen abgenommen werden, so ist dies allein, abgesehen von individuellen Abweichungen, genügend, um mancherlei Differenzen derselben, zum Beispiel über die Richtung des Tensorzuges, zu erklären. Es schien uns daher für die Verständigung nützlich, die Bestimmungen am Gehörorgan in anderer Weise vorzunehmen.

Wir operiren, wo es sich um grössere Genauigkeit handelt, an ganzen Köpfen, wählen in dem Kopfe drei leicht (auch von aussen) auffindbare, zu einander rechtwinklige Ebenen und geben für die wichtigern Punkte des Gehörorgans die drei senkrechten Abstände von jenen Ebenen als bestimmende Coordinaten an. Um diesen Angaben die nöthige Anschaulichkeit zu ertheilen, stellen wir das Gehörorgan mit seinen Axen und wichtigeren Ebenen nach dem Princip der descriptiven Geometrie in zwei orthogonalen Projectionen auf zwei jener Ebenen dar, so dass, wenn man die Zeichnungsebene unserer Skizze an der Durchschnittslinie jener beiden Coordinatenebenen rechtwinklig knickt, man eine fast unmittelbare

Vorstellung von allen interessantern Verhältnissen am Gehörorgan erhält.

Das Letztere ist eigentlich nur eine weitere Ausführung eines Gedankens von Kamper[1], welcher gegen Albinus die Ansicht vertrat, dass man Anatomisches nicht perspectivisch, sondern in orthogonaler Projection zu zeichnen habe. Wir zeichnen nun zwei solche sich entsprechende Projectionen, wie dies für technische Zwecke längst gebräuchlich ist, wodurch die Bestimmung der Lagen und Formen eine vollständige wird.

Des Mittels der descriptiven Geometrie haben wir uns unbedenklich bedient, weil wohl jeder in 3—4 Stunden sich die Sätze über gerade Linien und Ebenen aneignen kann, welche für das Verständniss unserer Darstellung nöthig sind. Man würde irren, wenn man sich vorstellte, dass unser Verfahren nothwendig mit einer grossen Schwerfälligkeit behaftet sein müsse. Wir werden ein sehr einfaches und schnelles Mittel, die Zeichnung zu gewinnen, angeben. Ausserdem ist zu bemerken, dass, wenn man das Verfahren einmal ausgeführt hat, das aufbewahrte Präparat oder die gewonnene Zeichnung genügt, um ein Felsenbein nach dem Augenmasse annähernd richtig zu orientiren.

2.

Der Kopf, an dem die Bestimmungen vorzunehmen sind, wird folgendermassen behandelt. Wir legen den Kopf nach entferntem Unterkiefer auf ein Brett und befestigen ihn von der Seite her durch einige Drahtstiften. Dann werden auf dem Brette hart an den Ohrmuscheln auf irgend eine Weise zwei Lothe errichtet, welche bis zur Mitte der Gehörgangsöffnungen reichen und die Fusspunkte derselben werden bezeichnet. Nachdem der Kopf in der Medianebene durchgesägt und die Hälfte entfernt ist, wird unter demselben ein gespannter Faden durchgezogen, der die beiden Lothfusspunkte verbindet. In dem Durchschnittspunkte der Medianebene und des Fadens errichten wir nun ein Loth von derselben Länge wie die vorher erwähnten Lothe.

---

[1] O. Schmidt, Entwicklung der vergl. Anatomie. Jena, 1855. — Kamper, Annotationes academicae, lib. VI.

Das obere Ende dieses Lothes gibt den Durchschnittspunkt der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Gehörgangseingänge mit der Medianebene und fällt in das Os basilare etwa 7 Mm. vor den Occipitalrand in die spongiose Substanz und etwa 1·5 Mm. über die untere Aussenfläche. Natürlich wird dieser Punkt mit der Schädelform etwas variiren. Wir haben aber später immer nach durchgesägtem Kopfe den Punkt 7 Mm. vor dem Occipitalrand und 1.5 Mm. über der Aussenfläche des Os basilare als Anfangspunkt der Coordinaten genommen.

Wir ziehen nun durch den bezeichneten Punkt in der Medianebene an den untern vordern Rand des Oberkiefers eine Gerade und legen durch dieselbe eine auf die Medianebene senkrechte Ebene. Auf die Medianebene und die neu errichtete Ebene stellen wir noch eine dritte Ebene senkrecht durch den Punkt im Os basilare und betrachten diese drei Ebenen als Coordinatenebenen. Den Anfangspunkt der Coordinaten im Os basilare nennen wir A, die Durchschnittslinie der Medianebene mit der zweiten Ebene nach hinten AH, die Durchschnittslinie der zweiten mit der dritten Ebene nach rechts und links AS und AS', die Durchschnittslinie der dritten Ebene mit der Medianebene nach oben AO. Die Abscissen auf diesen drei Axen heissen h, s, o.

Wir nehmen nun einen rechtwinkligen parallelepipedischen Holzklotz, stellen denselben auf den Tisch, ziehn in einer verticalen Seitenfläche eine den Horizontalkanten parallele Gerade und schrauben, nageln oder leimen den halben Kopf so an diese Seite, dass AH mit der gezogenen Linie und A mit einer Verticalkante zusammenfällt. Ist das Präparat so befestigt, so kann man sich immer sehr leicht orientiren, denn die Seitenflächen und Kanten des Klotzes sind den Coordinatenebenen und Axen parallel.

Die beiden Skizzen Fig. 1 und Fig. 2 zeigen die erstere den Schnitt in der Medianebene (in der Ebene OAH) und die orthogonale Projection auf dieselbe, die zweite den Schnitt in der Ebene OAS und die orthogonale Projection auf dieselbe. In beiden Figuren bezeichnet cc die Contur des Felsenbeins, welches in Fig. 2 natürlich ober der Schnittebene liegt, und b deutet den verticalen obern Bogengang an. Man sieht in Fig. 2 in das

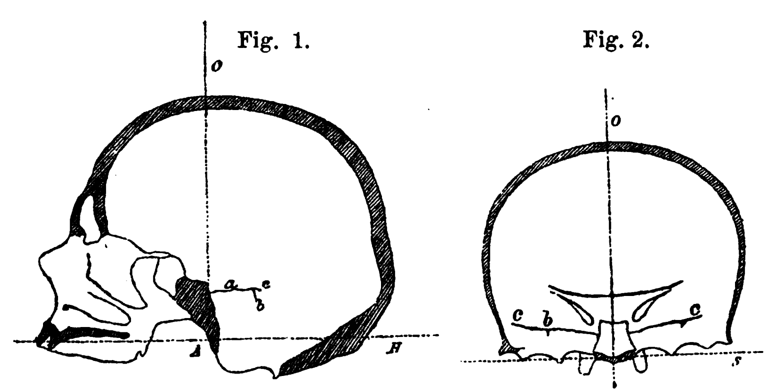


Fig. 1. Fig. 2.

Innere der Vorderhälfte des Schädels. Fast das ganze Gehörorgan liegt rechts und links von der ersten, ober der zweiten und hinter der dritten Ebene. Wir zählen deshalb die Coordinaten nach rechts und links, oben und hinten positiv.

3.

Die Bestimmungen der Coordinaten können nun in verschiedener Weise vorgenommen werden. Das erste Verfahren war folgendes. Das Präparat sammt dem Klotz wird an der verschiebbaren Mutter der Schraube der Theilmaschine so befestigt, dass eine Coordinatenaxe der Spindel parallel, eine Coordinatenebene horizontal, die beiden andern vertical werden. Ober dem Präparat steht ein verticales Mikroskop mit Ocularfadenkreuz und ist nur auf einem Schlitten senkrecht zur Spindel und mit dem Trieb auf und ab verschiebbar. Man kann nun eine Ecke des Klotzes anvisiren und dann jeden Punkt des Gehörorgans unter das Fadenkreuz bringen, wobei also die der Spindel parallele Coordinate gemessen wird. Man stürzt dann den Klotz sammt dem Präparate, misst die zweite und ebenso die dritte Coordinate.

Dieses Verfahren ist das umständlichste und eigentlich auch genauer als es für den vorliegenden Zweck nöthig ist. Ein zweites Verfahren ist dies. Auf einem horizontalen Brett befindet sich eine Tförmige Holzleiste. An dem Stiele des T, der nach Millimetern getheilt ist, befindet sich ein Schieber mit einem Nonius, welcher das Präparat trägt. Der Querarm des T ist ebenfalls getheilt und geht in einer Führung mit einem Nonius. Das

verticale Mikroskop steht nun fest. Man bringt einen Punkt des Präparats nach dem andern unter das Fadenkreuz und liest gleich zwei Coordinaten ab, die eine am Stiele, die andere am Querarm des T.

Grobe Bestimmungen lassen sich schon auf folgende Weise ausführen. Man klemmt auf dem Tische einen Massstab fest und legt den mit einer Marke versehenen Klotz unmittelbar an denselben, indem man ihn leicht andrückend fortführt. In einen Träger wird eine ebene kleine Blechplatte vertical so eingeklemmt, dass man, ein Auge darüber haltend, dieselbe zu einer Linie verkürzt sehen und mit der horizontalen, zum Massstabe senkrechten Kante des Klotzes zur Deckung bringen kann. Ein zweiter Träger hält eine horizontale Blechplatte mit einer kleinen Öffnung so über der erstern Platte, dass das Auge durch die Öffnung blickend die erstere Platte als Linie sieht. Dadurch wird das fortwährende Aufsuchen der Stellung des Auges erspart. Man hat hier eine ganze Visirebene und kann die zum Massstabe parallele Coordinate für viele Punkte rasch ablesen.

Hat man mehrere Punkte auf diese Weise bestimmt, so kann man, nachdem man zuvor mit dem Ocularnetz des Mikroskopes eine Skizze des Gehörorgans gezeichnet hat, dieselbe mit den genauen Massen auf ein quadrirtes Papier übertragen. Das folgende Verfahren liefert aber gleich die Zeichnung der Projection selbst.

Denken wir uns ein Reissbrett auf vier etwa 30 Cm. hohen Füssen, in welchem nahe einer Ecke ein grösseres Loch ausgeschnitten ist. Unter dieses Loch kommt auf den Tisch das Präparat mit dem Klotz, auf das mit Papier überspannte Reissbrett aber ein Pantograph (Storchschnabel). Zunächst ist ein Pantograph freilich nur zum Nachzeichnen von Contouren in einer Ebene zu brauchen, eine kleine Modification macht ihn aber auch für unsern Zweck geeignet.

Bringen wir an dem Storchschnabel statt des Stiftes, der über das Original zu führen ist, den Apparat Fig. 3 an. Derselbe besteht aus einem verticalen Rohr *a b* mit einer kleinen Öffnung *l* für das Auge des Beobachters, der durch *m* auf das Präparat sieht. In dem Seitenrohr *c d* steckt eine Linse *h*, welche von der feinen Öffnung *g* in dem verschiebbaren Rohr *e f* ein imaginäres

Fig. 3.

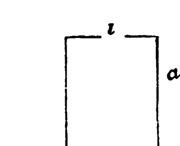
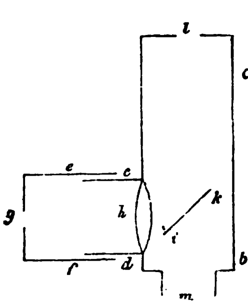



Bild in beliebiger Sehweite erzeugt, welches sich an der unbelegten Glasplatte *ik* spiegelt und auf das Präparat projicirt. Dieses Bild des hellen Punktes bringt man in die verticale Axe von *ab* und in die mittlere Distanz der anzuvisirenden Punkte. Während man den hellen Punkt langsam an den Contouren des Präparates herumführt, zeichnet der zweite Stift des Pantographen die Projection des Präparates in beliebiger Vergrösserung. Beim Ablesen wird gewöhnlich das Bild eines Gegenstandes auf ein reelles Fadenkreuz geworfen. Hier fällt umgekehrt das imaginäre Bild eines Punktes (oder Fadenkreuzes) mit dem reellen Object zusammen.

4.

Die Bewegungen der Gehörknöchelchen kann man auf verschiedene Weise ermitteln. Das von Pollitzer und Hensen benützte Befestigen von Glassonden an denselben haben wir sehr bald aufgegeben, da hiedurch, wie wir uns überzeugt haben, die Bewegungen wesentlich modificirt werden. Dagegen kann man bei Bewegung der Knöchelchen durch Luftdruck vom Gehörgange aus unbedenklich folgendes Verfahren anwenden. Man erhitzt mit der Weingeistflamme eine Nadel, trocknet damit eine Stelle des Knöchelchens, bringt alsdann noch ein Stückchen Wachs hin, welches an dieser Stelle anschmilzt, und drückt mit einer Ecke ein Stückchen eines versilberten Mikroskopdeckglases in das Wachs, indem man immer mit der heissen Nadel nachhilft.

In dem so befestigten Spiegelchen kann man nun bei Bewegung der Knöchelchen die Verschiebung eines in etwa 4 M. Entfernung aufgestellten Lichtes beobachten und das Spiegelchen so lange mit den Fingern wenden und drücken, bis diese Lichtverschiebung verschwindet. Dann weiss man, dass der Spiegel nur mehr um die Spiegelnormale gedreht wird, dass also letztere parallel ist der Drehungsaxe des Knöchelchens.

Nach der von Euler entwickelten und von Poinsot[1] in so klarer Weise ausgebildeten Anschauung kann man jede sehr

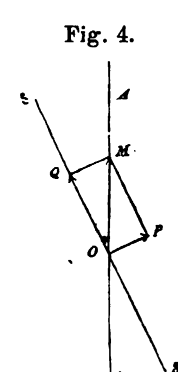
[1] Poinsot. Nouvelle théorie de la rotation des corps. Paris 1859.

kleine Bewegung eines festen Körpers um einen festen Punkt auffassen als eine einfache Axendrehung um eine durch jenen Punkt gehende Axe. Anderseits steht es aber auch frei, sich diese Bewegung durch mehrere gleichzeitige Axendrehungen hervorgebracht zu denken, sie lässt sich aber immer am einfachsten beschreiben als Drehung um eine Axe. Ist ein Körper ganz frei, so kann eine sehr kleine Bewegung desselben aus einer Verschiebung und einer gleichzeitigen Axendrehung bestehen und diese Bewegung lässt sich immer darstellen als ein Element einer Schraubenbewegung. Dieselbe kann, wenn die Ganghöhe der Schraube $= o$ wird, zu einer einfachen Axendrehung, wenn die Ganghöhe $= \infty$ wird, zu einer einfachen Fortschreitung werden. Die Lectüre der ersten sehr populär gehaltenen Seiten in Poinsot's Schrift genügt, um sich alle hieher gehörigen Verhältnisse klar zu machen.

Betrachten wir nun die Bewegungen der Gehörknöchelchen als sehr klein, so haben wir wahrscheinlich an Hammer und Amboss einfache Axendrehungen, während sich die Bewegung des Steigbügels muthmasslich nur als eine Schraubenbewegung darstellen lässt. Bestimmt man für irgend einen Punkt eines Knöchelchens die Verschiebung, die Richtung der Axe und die Grösse der Drehung um dieselbe, so lässt sich hieraus die einfachste Darstellung der Bewegung ableiten.

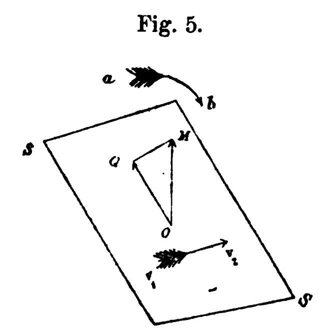
Das erwähnte, auf das Knöchelchen gesetzte Spiegelchen dient nun zunächst zur Ermittlung der Axenrichtung. Um sich den Gebrauch dieses Hilfsmittels geläufig zu machen, hat man folgendes zu bedenken. In Fig. 4 stelle *SS* die Spiegelebene im Durchschnitt und *AA* die Rotationsaxe vor. Die Axe bezeichnen wir durch einen Pfeil immer so, dass für den Beobachter mit dem Kopf in der Spitze, mit den Füssen im Schwanz des Pfeiles, die Rotation unter den Füssen im Sinne des Uhrzeigers vorgeht. Die Rotation um *OM* lässt sich nun zerlegen in eine Rotation um die Spiegelnormale *OP* und um die in der Spiegelebene in dem durch *OM* gelegten Normalschnitt befindliche Axe *OQ*. Von der Rotation um *OP* sieht man an dem

Fig. 4.



Lichtbilde im Spiegel nichts, bei dessen Bewegung nur die Componente OQ wirksam ist, die man eben zum Verschwinden bringen soll.

Fig. 5.



Ist Fig. 5 SS die Spiegelebene, OM die Rotationsaxe ober derselben, so dreht sich der Spiegel vermöge der Componente um die Normale im Sinne des Pfeiles ab und vermöge der Axe OQ wird ein Lichtbild in demselben von v_1 nach v_2 verschoben. Um nun letztere Componente zum Verschwinden zu bringen, denke man sich mit dem Kopfe nach v_2, mit den Füssen nach v_1 und drehe nun um sich selbst als Axe den Spiegel so, dass unter den Füssen die Rotation im Sinne des Uhrzeigers vorgeht. Hätte sich der Spiegel dem Pfeile ab entgegen gedreht, so müsste man auch die Drehung um v_1, v_2 verkehrt vornehmen. Die allgemeine Regel zur Senkrechtstellung des Spiegels auf die Rotationsaxe ist also diese : Man denke sich mit dem Kopf in die zweite, mit den Füssen in die erste Lage des Lichtbildes und drehe den Spiegel so, dass die Drehung unter den Füssen denselben Sinn hat wie die Drehung des Spiegels um die Spiegelnormale. Nach einigen Versuchen wird man die Bewegung des Lichtbildes ganz oder bis auf eine kaum merkliche Spur vernichten.

Ist letzteres geschehen, so nimmt man einen Gasbrenner in die Hand, begibt sich nahe an das Präparat und sucht eine Stellung des Auges und des Brenners, bei welcher man das Spiegelbild der Flamme im Spiegel durch die Flamme selbst hindurchsieht. Nun zieht man sich vorsichtig, diesen Anblick immer erhaltend, bis etwa auf 2 M. von dem Präparat zurück, fixirt den Brenner, nachdem man die Flamme möglichst klein und die Einstellung so genau wie möglich gemacht hat auf einem Stativ und löscht die Flamme. Dann zieht man einen Faden, den man mit einer Nadel hart an dem Spiegel und mit einer zweiten in der Spalte des Brenners befestigt. Dieser Faden stellt die Axenrichtung vor. Die Fusspunkte zweier Lothe, die man von zwei Punkten auf den mit Papier überspannten Tisch herablässt, auf

welchem das Präparat ruht, bestimmen die Horizontalprojection der Axe, sowie diese Fusspunkte und die Lothlängen selbst die Verticalprojection. Beide Projectionen kann man nun, wenn ein fester Punkt des Knöchelchens bekannt ist, wie z. B. das Ende des kurzen Ambosfortsatzes, unmittelbar in die Zeichnung eintragen.

Versetzt man das Gehörpräparat in Schallschwingungen, so könnte man gegen die Anwendung dieses Verfahrens immer noch Bedenken haben. Es ist zwar nicht zu besorgen, dass das etwa 4 □Mm. haltende dünne Spiegelchen durch sein Gewicht das Gehörknöchelchen zur Seite zieht, wie dies die Glassonden thun, allein bei der geringen Masse des Knöchelchens wird das Trägheitsellipsoid desselben dadurch nicht unbeträchtlich abgeändert, es könnte sozusagen eine Abstimmung für eine andere Axe erfolgen. Deshalb kann man zur Axenbestimmung bei Schallschwingungen so verfahren. Man bestäubt das Knöchelchen mit Goldbronze. Das Präparat steht mit dem Klotz auf dem Tisch und ober demselben das verticale Mikroskop, dessen Ocular mit dem Leson'schen Doppelspathgoniometer versehen ist. Durch letzteres sieht man jede Linie doppelt und kann dadurch, dass man den Doppelspath drehend von zwei einen Winkel einschliessenden Linien zuerst die Doppelbilder der einen Linie, dann jene der andern zusammenfallen lässt, den Winkel der beiden Linien an der Kreistheilung der Doppelspathfassung ablesen. Schwingt das Präparat, so werden die Goldpunkte in kurze Linien ausgezogen und man kann zuerst die Doppelbilder einer Coordinatenaxe oder einer derselben parallelen Linie, dann jene einer solchen Schwingungslinie ineinanderfallen lassen und deren Winkel abmessen. Man sucht nun z. B. am Ambos zwei Punkte auf, welche Schwingungslinien von merklich verschiedener Lage haben, bestimmt in der angegebenen Weise deren Horizontalprojectionen und dann durch Wendung des Präparates um 90° deren Verticalprojectionen.

Diese vier Projectionen der zwei Schwingungslinien, welche eigentlich Bogenelemente sind, die wir aber als Gerade betrachten wollen, setzen uns nun in den Stand, die Ambosaxe zu construiren. Wir bedenken, dass die Ebene, welche die Axe enthält, senkrecht steht auf der Schwingungslinie. Wir ziehen also eine

beliebige Ebene, deren Tracen senkrecht sind auf den Projectionen der einen Schwingungslinie, und eine eben solche Ebene für die zweite Schwingungslinie, construiren die Durchschnittslinie beider Ebenen und legen eine dieser Durchschnittslinie parallele Gerade durch den festen Ambospunkt. Letztere stellt die Ambosaxe vor.

5.

Wir übergehen nun zur Angabe der Bestimmungen und lassen zunächst eine Coordinatentabelle nach Messungen an der Theilmaschine folgen:

17jähriges Mädchen (rechtes Ohr).

	h^{mm}	s^{mm}	o^{mm}
Hammerkopfgrenzen	4·7	40·5	9·6
„	6·2	43·0	10·9
Hammergriffende, vordere, innere, untere Grenze	4·7	37·3	3·5
Ambos, Ende des langen Fortsatzes	6·5	38·8	6·2
Ambos, Ende des kurzen Fortsatzes	8·9	44·2	6·5
Ligament. mallei anterius, Enden	3·8	40·4	10·0
	4·7	41·3	—
Rolle d. Tensor tympani	5·1	38·1	8·0
Ansatz d. Tensor am Hammer	4·3	40·0	7·6
Schneckenkuppe	5·0	33·1	9.51
Steigbügelplatte, Grenzen	9·1	35·3	7·3
„ „	10·8	36·8	9·0
Eintritt d. acusticus	9·6	30·6	6·1
„ „	—	—	8·0
Rundes Fenster, Grenzen	—	33·8	4·4
„ „ „	—	35·3	—

15jähriger Knabe (linkes Ohr).

	s^{mm}	h^{mm}	o^{mm}
Äusserster Hammerkopfpunkt	45·0	3·9	16·0
Ligament. mallei anterius, Ansatz am Hammer	43·0	3·5	15·3

	s^{mm}	h^{mm}	o^{mm}
Ligament mallei anterius, Ansatz an d. spina tymp... „	42·0	1·9	15·0
Tensor, Ansatz am Griff..............	41·8	3·0	12·8
Rolle d. Tensor	40·0	4·0	13·5
Ambos, Ende d. kurzen Fortsatzes	46·4	7·9	11·3
Ambos, Steigbügelgelenk	41·7	5·6	11·2
Basis d. Schneckenspindel	32·7	6·8	14·7
Schneckenkuppel	34·6	3·4	16·4

6.

Betrachten wir die auf der Tafel dargestellten Projectionen des rechten Gehörorgans. Die obere Zeichnung ist die orthogonale Projection auf eine der Ebene *SAO* parallele, die untere auf eine der Ebene *SAH* parallele Ebene. Die Zeichnungsebenen sind übrigens nach Bequemlichkeit willkürlich gewählt. Man kann die Axen *AS*, *AH*, *AO* leicht auffinden, wenn man bedenkt, dass die Projectionen in vierfacher Vergrösserung mit dem Pantographen gezeichnet sind und für den äussern Hammerkopfrand $s = 42^{mm}$, für den obern Hammerkopfrand $o = 8^{mm}$, für den vordern Hammerkopfrand $h = 4^{mm}$ ist.

Die Contouren der Gehörknöchelchen sind unmittelbar verständlich. Knickt man die Zeichnungsebene rechtwinklig um *XX*, so liegen die Gehörknöchelchen in dem Durchschnittsraum der beiden auf den Contouren senkrecht zum Papier errichteten Cylinder. Die Contour des Trommelfells ist durch den Durchschnitt der beiden auf den Contouren errichteten Cylinderflächen bestimmt. Ausserdem wurden bei der Aufnahme auf der Contour des Trommelfells drei Punkte bestimmt, durch dieselben eine Ebene construirt und deren Tracen mit den Zeichnungsebenen durch *Tf* bezeichnet, wodurch man von der Lage der Trommelfellebene eine deutliche Vorstellung erhält.

Die Zeichnungen der Bogengänge, welche am Präparat aufgebrochen wurden, haben blos schematische Bedeutung. Doch wurden auch hier an jedem Bogengang drei Punkte markirt, durch dieselben Ebenen gelegt und deren Tracen bezeichnet. Die Ebene des obern Cirkelcanals ist mit *OC*, jene des hinteren mit *HC* und jene des horizontalen mit Hor *C* bezeichnet. Man

erhält dadurch eine recht deutliche Vorstellung von der Lage der Bogengangebenen. Die Senkrechtstellung der Bogengangebenen zu einander zeigt sich dadurch, dass die Projectionen der Durchschnittslinie je zweier Ebenen senkrecht verlaufen zu den Tracen der dritten Ebene. Doch findet dies nicht genau, sondern nur sehr nahe statt.

Die Richtigkeit der letzteren Construction wurde noch auf folgende Weise controlirt. An einem andern am Klotz befestigten Präparat wurden die Bogengänge geöffnet und Blättchen steifen Papiers, die einerseits concav nach der Form der Bogengänge ausgeschnitten waren, in die Bogengänge eingesteckt. Diese Papierblättchen stellten die Bogengangebenen vor. Man markirte nun auf einem untergelegten Papier eine Klotzkante, brachte das Auge in eine solche Lage, dass ein eingestecktes Papierblättchen sich als Linie auf dem untergelegten Papier projicirte, und zog mit dem untergelegten Lineal die Richtung dieser Linie aus, welche also eine Trace der Bogengangebene vorstellte. Dreht man den Klotz um die markirte Kante *(AS)* um 90° und wiederholt die Operation, so erhält man die zweite Trace. Die so direct gefundenen Tracen stimmen sehr gut mit den construirten.

Durch *S* ist der obere Rand der ersten Windung der Lamina spiralis der Schnecke, durch *mod* der Verlauf des Modiolus, durch *Tb* der Verlauf der Tuba angedeutet. *GG* gibt die beiläufige Stellung der Gehörorgansaxe, sofern von einer solchen der doppelten Krümmung wegen die Rede sein kann. Von letzterer ist natürlich auch bei den Bogengängen abgesehen.

Die Zugrichtung des Tensor ist mit *Ts* bezeichnet. Für den Stapedius konnte seiner Kürze wegen nur eine horizontale Projection gezeichnet werden. Man wird nicht viel fehlen, wenn man annimmt, dass dieselbe auf der Ebene *SAO* nahe senkrecht steht.

7.

Untersucht man verschiedene Gehörpräparate nach demselben Princip, so bemerkt man schon an den Formen und Lagen der Gehörknöchelchen bedeutende individuelle Verschiedenheiten. Diese individuellen Verschiedenheiten werden aber noch auffallender, wenn man die Axen der Knöchelchen zu bestimmen versucht. Auf der Tafel sind die Projectionen der Ambosaxe des

dargestellten Präparates bezeichnet und zwar stellt *AAs* die bei Druckschwankungen mit dem Spiegel, *AAm* die beim Tönen mit dem Mikroskop bestimmte Ambosaxe vor. Bei der Spiegelbestimmung hat man das mit Wachs befestigte Spiegelchen mit den Fingern so zu drehen, dass die Bewegung des Lichtes im Spiegel verschwindet. Wenn nun dies auch nicht mit jener Schärfe gelingt, wie es an einem physikalischen Apparate ausführbar wäre bei Bewegung des Spiegels mit Schrauben, so erwirbt man sich doch bald eine für den vorliegenden Zweck ausreichende Übung. Allein es bleibt eine andere Fehlerquelle übrig. Wenn man nämlich die von der Axendrehung herrührende ausgiebige Bildverschiebung zum Verschwinden gebracht hat, so bleibt noch ein gewisses, der Richtung nach variables, Schlottern des Bildes übrig, welches den letzten Rest der Axendrehung deckt und daher rührt, dass die Gelenksbewegung eben nie eine genaue einfache Axendrehung ist, sondern das Gelenk immer eine Art Wackeln zulässt. Bei grösseren Druckschwankungen kann ohnehin von einer Axendrehung nicht die Rede sein. Dann sieht man das Licht ein Dreieck durchlaufen zum Beweise, dass jetzt die Drehung nacheinander um verschiedene Axen stattfindet.

Führt man die Spiegelbestimmung vorsichtig aus, so weichen die Projectionen der Axen, bei nacheinander gemachten Bestimmungen um 2—2 $^1/_2$ Grade von einander ab. Im ungünstigsten Falle könnten also Bestimmungen an demselben Präparat um 5° differiren. Die Bestimmungen mit dem Mikroskop sind etwa mit derselben Ungenauigkeit behaftet. Die bei der Spiegelbestimmung und Mikroskopbestimmung gefundenen Differenzen lassen sich auch durch diese Ungenauigkeit allein erklären. Hat man die Bestimmung mit dem Spiegel ausgeführt und stellt nun das Mikroskop so, dass der Spiegel am Knöchelchen zur Linie verkürzt erscheint, so zeigen sich beim Schwingen die Schwingungslinien der Spiegellinie parallel. Dadurch ist, so weit der Augenschein entscheiden kann, das Zusammenfallen der Druckschwankungs- und der Schwingungsaxe dargethan.

Enorme Differenzen findet man nun, wenn man dieselbe Axe nacheinander an verschiedenen Präparaten bestimmt. Wir wollen dies Verhältniss durch eine kleine Tabelle anschaulich machen, in welcher wir die Winkel der Axenprojectionen auf *OAS* mit *AS*

und der Axenprojectionen auf *HAS* mit *AH* zusammenstellen. Hiebei bezeichnen wir für die erstere Projection denjenigen Winkel als positiv, um welchen für den Beobachter mit den Füssen in *A*, mit dem Kopfe in *H*, eine der *AS* parallele Linie im Sinne des Uhrzeigers gedreht werden muss, damit sie die Axenprojection darstellt. Für die zweite Projection bezeichnen wir den Winkel positiv, um welchen eine der *AH* parallele Gerade für den Beobachter mit den Füssen in *A*, mit dem Kopfe in *O*, im Sinne des Uhrzeigers gedreht werden muss, damit sie die Axenprojection vorstellt. Drei Präparate, an denen die Spiegelbestimmung vorgenommen wurde, bezeichnen wir mit I, II, III, wobei I das auf der Tafel dargestellte Präparat ist.

	Ambos		Hammer		Steigbügel	
	OAS	*HAS*	*OAS*	*HAS*	*OAS*	*HAS*
I	+59°	−32°	. .	. .	. .	. .
II	−25°	−35°	−12°	−35°	+ 3°?	−45°
III	+15°	−35°	+16°	−40°	+26°	−44°

Bei den Präparaten II und III lag die Axe des Steigbügels sehr nahe dem untern Rand der Steigbügelplatte, so dass man ohne merklichen Fehler annehmen konnte, die Drehung finde um diesen Rand statt. Auch war bei II und III eine andere Bewegung nicht merklich. Das Präparat I verhielt sich hingegen wesentlich anders. Man sah den obern Rand der Steigbügelplatte mehr labyrintheinwärts gehen, doch bewegte sich auch der untere Rand einwärts. Der vordere Rand trat mehr einwärts als der hintere. Ausserdem fand für den Beobachter mit den Füssen auf der rechten Steigbügelplatte mit dem Kopfe im Labyrinth eine Drehung der Steigbügelplatte im Sinne des Uhrzeigers statt. Diese combinirte Stempelbewegung und Drehung hätte als eine Schraubenbewegung beschrieben werden können, wenn nicht die Bestimmung der Schraubenelemente durch die Kleinheit der Bewegungen, die eine sichere Messung nicht zuliessen, vereitelt worden wäre. Solche Verhältnisse wurden wiederholt an verschiedenen Präparaten beobachtet.

Man sieht hieraus, dass in dem Bewegungsmechanismus der Knöchelchen sich bedeutende individuelle Schwankungen zeigen. Die Lage der Axen ist nicht nur in den Knöchelchen, wie

Buck[1] gefunden hat, sondern auch im Kopfe eine sehr verschiedene. Man wird hiernach nicht geneigt sein, der Lage der Axen eine hohe akustische Bedeutung beizumessen. Ist somit auch das Ergebniss unserer Untersuchung ein negatives, so wird man doch zugeben, dass ein sicheres Urtheil darüber, was am Gehörorgan variirt, nur gewonnen werden kann, wenn man, wie dies hier geschehen ist, subjective Momente bei der Untersuchung möglichst vermeidet.

8.

Die Wirkung der Binnenohrmuskel lässt sich sehr gut aus den Zugrichtungen derselben und aus der Lage der Axen begreifen. Präparirt man die Muskel, wie dies in einer frühern Abhandlung beschrieben ist, und befestigt Fäden an denselben, so ist ihre Wirkung sehr leicht zu beobachten, wenn man an den Fäden zieht. Zug am Tensor treibt den Hammerkopf auswärts, denn die ganze Zugrichtung verläuft unter der Hammeraxe. Die Beweglichkeit der Knöchelchen wird durch Spannung des Tensor sehr vermindert. Der Umbo des Trommelfells büsst ebenfalls seine Beweglichkeit ein. Dagegen bleibt die Krümmung des Trommelfells noch so veränderlich wie zuvor.

Zug am Stapedius treibt den Hammerkopf einwärts und dreht zugleich die Kette der Gehörknöchelchen am rechten Ohr von oben gesehn um eine nahe verticale Axe dem Sinne des Uhrzeigers entgegen. Beides ist auch aus der Zeichnung begreiflich. Der Stapediuszug muss den Winkel zwischen dem Steigbügel und dem Linsenbein des langen Ambosfortsatzes verkleinern, und da der Steigbügel im ovalen Fenster sehr wenig beweglich ist, so kann sich diese Streckung der Gehörknöchelchenkette nur dadurch äussern, dass der untere Theil derselben auswärts, der obere einwärts geht. Die Drehung dem Uhrzeiger entgegen ist ebenfalls aus der Zugrichtung des Stapedius verständlich.

Bei der Auswärtsbewegung des Trommelfells, welche durch den Stapediuszug hervorgebracht wird, sieht man auf dem Trommelfell eine ringförmige Falte gegen den Umbo vorrücken.

---

[1] Buck. Untersuchungen über den Mechanismus der Gehörknöchelchen. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von Moos und Knapp. I. Bd. S. 121.

Stapediuszug afficirt viel mehr die Beweglichkeit des Ambos als jene des Hammers.

B. Stroboskopische Beobachtung der Schwingungen in der Trommelhöhle.

1.

Das Licht des Heliostaten wird durch eine Linse gesammelt und das Sonnenbild fällt auf den Fensterladenspalt. Dieses Sonnenbild wird durch den Spaltenschirm einer galvanischen Unterbrechungsgabel von 256 einfachen Schwingungen in der Sekunde unterbrochen. Der aus der Spalte tretende Lichtkegel wird durch eine weitere Linse wieder auf dem Präparat concentrirt, welches durch eine Pfeife von nahe 256 Schwingungen erregt wird, indem man ein Kautschukrohr aus dem Knoten der Pfeife zum Gehörgang führt.

Das Präparat ist entweder ein halber, in der beschriebenen Weise an einem Klotz befestigter Kopf oder auch ein einfaches Felsenbein, welches in einem Träger befestigt wird. Die Trommelhöhle ist in der Regel von oben geöffnet, nur wo es sich um die Beobachtung der Membran des runden Fensters handelt, wird die Trommelhöhle von unten geöffnet. Das Mikroskop zur Beobachtung des Präparates befindet sich auf einem besondern Stativ.

Durch Stimmen der Pfeife kann man beliebig langsame Schwebungen zwischen Pfeife und Gabel und damit eine beliebig langsame stroboskopische Bewegung des Präparates erzielen. Stellt man die durch eine Schraube verschiebbare Fensterladenspalte so, dass das Licht beim Durchgange der Stimmgabel durch die Gleichgewichtslage eingelassen wird, so tritt dasselbe bei jeder Schwingung zweimal ein. Dann erscheint der schwingende Theil des Präparates doppelt, oder genauer, man sieht stets zwei um eine halbe Schwingung abstehende Phasen gleichzeitig. Diese Anordnung ist vortheilhaft, wenn man die äussersten Lagen nebeneinander beobachten will.

Stellt man hingegen die Fensterladenspalte so ein, dass bei einem Excursionsmaximum der Stimmgabel der Lichteinlass stattfindet, so erscheint der schwingende Theil des Präparates einfach.

[1] Wegen der Details der stroboskopischen Methode vergl. man: Mach, optisch-akustische Versuche. Prag. Calve. 1873. S. 63.

2.

Die Bewegungen, welche man beobachtet, sind nun folgende. Bei Ankunft der Verdichtungsphase der Schallwelle im Gehörgange flacht sich das Trommelfell ab und wird sogar schwach nach innen (trommelhöhleneinwärts) convex. Hiebei sieht man eine ringförmige Falte vom Umbo gegen die Peripherie fortschreiten, welche natürlich bei Auswärtsbewegung des Trommelfells wieder gegen den Umbo zurückkehrt. Zugleich kann man bemerken, dass die längeren hinteren Trommelfellfasern sich noch immer einwärts bewegen, während die vorderen kürzeren keine Bewegung mehr zeigen. Die bei der Einwärtsschwingung auszuführende Bewegung ist nämlich bei den vordern Fasern früher beendigt.

Bei Einwärtsbewegung des Trommelfells wird natürlich der Hammergriff mitgenommen. Der Hammerkopf geht vermöge der Lage der Axe auswärts und nimmt den Amboskörper mit, wobei das Ende des kurzen Ambosfortsatzes fast unbewegt bleibt, während der lange Fortsatz einwärts geht und den Steigbügel labyrintheinwärts drückt. Man kann sehen, dass der Hammerkopf etwas im Gelenk schleift, so dass die Excursionen des Amboses kleiner ausfallen als jene des Hammers. Dies sieht man sehr hübsch, wenn man zwei Haarstückchen so auf beide nasse Knöchelchen legt, dass das Stück am Hammer die Verlängerung des Stückes am Ambos bildet. Man erkennt dann, dass die aneinanderstossenden Haarenden nicht in Coïncidenz bleiben, sondern der Hammer grössere Excursionen macht. Klebte man das Gelenk durch etwas Wachs fest, so wurde an einem Präparat die Excursion des Hammers auf den vierten Theil herabgesetzt.

Das Steigbügelköpfchen sieht man bei der Einwärtsbewegung des Trommelfells in der Regel etwas nach vorne und oben rücken, was damit zusammenhängt, dass der obere und vordere Rand der Steigbügelplatte sich meist stärker labyrintheinwärts bewegt. Selbstverständlich ist es, dass mit der Lage der Steigbügelaxe, die ja, wie wir gesehen haben, sehr individuell ist, sich auch die Masse dieser Bewegungen ändern. An dem Präparat I konnte man auch stroboskopisch eine Drehung der rechten Steigbügelplatte um die Normale der Platte beobachten, welche bei

Bewegung des Steigbügels labyrintheinwärts für den Beobachter im Labyrinth im Sinne des Uhrzeigers vorging. Diese Rotation schien an manchen Präparaten wieder ganz zu fehlen.

Bei Einwärtsbewegung des Steigbügels sieht man die Membran des runden Fensters auswärts gehen. Bei von unten eröffneter Trommelhöhle lässt sich das Präparat so legen, dass man den Umbo des Trommelfells, das Steigbügelköpfchen und die mit Goldbronze bestäubte Membran des runden Fensters bei geringen Vergrösserungen gleichzeitig im Gesichtsfeld hat. Über die Form der Membran des runden Fensters hat man nun zwar kein directes stereoskopisches Urtheil, kann sich aber leicht klar machen, auf welche Weise sich die Auswärtsbewegung eines Goldstäubchens derselben auf das Bild projiciren muss. Man findet nun, dass sobald der Umbo des Trommelfells trommelhöhleneinwärts und das Steigbügelköpfchen labyrintheinwärts geht, die Membran des runden Fensters in demselben Tempo labyrinthauswärts sich bewegt.

Wendet man stärkere Vergrösserungen an, bei welchen man blos die Membran des runden Fensters im Gesichtsfeld hat, so kann ein zweiter Beobachter mit der Lupe oder dem Mikroskop von oben her den Hammerkopf beobachten und das Tempo zählen, etwa 1 bei der Auswärts- und 2 bei der Einwärtsbewegung des Hammerkopfes. Auf 1 sieht nun der erste Beobachter die Membran des runden Fensters labyrinthauswärts gehen.

3.

Wir haben die stroboskopische Beobachtung auch bei Erregung des Präparates durch mehrere gleichzeitige Töne ausgeführt. Wenn neben der Pfeife von 256 Schwingungen gleichzeitig eine andere von der doppelten oder vierfachen Schwingungszahl angewandt wurde, so sahen wir das Trommelfell und die Gehörknöchelchen während einer stroboskopischen Schwingung noch ganz deutlich zwei oder vier Absätze machen. Es macht also der ganze Trommelhöhlenapparat, wie es scheint, die Luftbewegung genau nach. Wir haben gelegentlich auch bei höheren Tönen die stroboskopische Beobachtung ausgeführt. Bei Zunahme der Schwingungszahl werden aber die Bewegungen bald so klein, dass die sichere Beobachtung aufhört.

Wie man sieht, stimmen, so weit die Beobachtung reicht, unsere Ergebnisse mit der von E. H. Weber[1] aufgestellten von Pollitzer experimentell, von Mach[2] und später von Helmholtz[3] theoretisch begründeten Anschauung über die Mechanik des Gehörorgans.

4.

Wir wollen auch für einen speciellen Fall die Grösse der Excursionen anführen. Bei Erregung durch die Pfeife von 256 einfachen Schwingungen und einer aus Flammenbeobachtungen bestimmten akustischen Druckschwankung von +0·0053 Atmosphären im Gehörgange waren die Excursionen des Umbo am Trommelfell 0·5 Mm., des oberen Hammerkopfrandes 0·32 Mm., des Steigbügelköpfchens 0·06 Mm. Diese Bestimmungen sind mit dem Ocularmikrometer ausgeführt.

5.

Dieser schematischen Beschreibung der Bewegungen wollen wir die detaillirtere Beschreibung der Vorgänge an den Gelenken und Bändern folgen lassen, wie sie Kessel bei dem stroboskopischen Verfahren und übereinstimmend auch bei einfachen Druckschwankungen beobachtet hat. Die Construction des Hammerambosgelenkes sowie diejenige des Ambossteigbügelgelenkes ist derart, dass Verschiebungen der Gelenkflächen aneinander, respective an einer zwischen den letzteren eingefügten Faserknorpelscheibe, ermöglicht sind und in der That ausgeführt werden. Der Umstand, dass diese Faserknorpelscheibe in allen von uns beobachteten Fällen nicht ganz frei im Gelenke steckt, sondern stellenweise die Gelenksflächen mit einander verbindet, spricht nicht gegen die Thatsache, da man leicht beobachten kann, dass solche Gelenke nicht blos Verschiebungen bei Druckschwankungen, sondern auch akustische Bewegungen leicht

---

[1] E. H. Weber, Berichte über die Verhandl. d. sächs. Gesellschaft. 1851.

[2] Mach, zur Theorie d. Gehörorgans. Sitzb. d. Wiener Akademie. 48. Bd. 1863.

[3] Helmholtz, Mechanik d. Gehörknöchelchen. Pflüger's Archiv. I. Jahrgang (1867).

gestatten. Die Spalten, welche zwischen den Gelenksflächen und der Faserknorpelscheibe bleiben, sind von der Gelenksflüssigkeit gefüllt und communiciren untereinander.

Während der Verdichtungsphase der Schallwelle geht der Hammerstiel von vorn aussen nach hinten innen und dreht sich etwas, so dass das Köpfchen des kurzen Fortsatzes von oben nach unten und hinten geführt wird. Der Hammerkopf führt hiebei eine bogenförmige Auswärtsbewegung aus und hebt sich etwas. Gleichzeitig findet eine Verschiebung der beiden Gelenksflächen aneinander statt, indem die obere concave Gelenksabtheilung des Hammers etwas weiter lateralwärts geht als die entsprechende convexe obere des Amboses. Durch die Abweichung der untern Spitze des Hammerstieles nach hinten und durch seine Drehung werden die medialen und oberen Gelenksränder von einander entfernt und die lateralen an der untern Abtheilung einander genähert. Dem entsprechend wird die Gelenkkapsel der ersteren beiden Partien an- und der letzteren abgespannt.

Während der Verdünnungsphase der Schallwelle schleift der Hammerkopf zurück, jedoch beträchtlich weiter über seine Ruhelage hinaus als in entgegengesetzter Richtung. Die medialen Gelenkränder werden einander genähert und die lateralen von einander entfernt, am weitesten in der Gegend des Sperrzahnes. Die Gelenkkapsel sinkt an der oberen und medialen Seite rinnenförmig ein, während sie sich in der Verdichtungsphase hervorwölbt. Die Einsenkung und Hervorwölbung der Kapsel rührt zum Theil von den Verschiebungen der Faserknorpelscheibe des Gelenkes, zum Theil von der Verschiebung der Gelenkflüssigkeit her. In der Verdünnungsphase schwingt das Trommelfell und mit ihm der Hammerstiel nach aussen, der Sperrzahn schleift aus seiner Grube heraus, die Gelenkflüssigkeit dringt in die untere Gelenkabtheilung ein, wobei eben die Kapsel an der obern und medialen Seite rinnenförmig einsinkt. In der Verdichtungsphase tritt der Sperrzahn wieder in seine Grube und verdrängt die Flüssigkeit nach oben, wobei sich die Kapsel hervorwölbt. Ähnliche Verschiebungen führt auch die Faserknorpelscheibe aus. Hier soll erwähnt werden, dass der Sperrzahn des Amboses nicht von seinem unteren medialen Gelenksrand

gebildet wird, sondern von einer Leiste, welche zwei grubenförmige Vertiefungen an der untern Gelenkabtheilung des Ambosses von einander scheidet. In der lateralen tiefern Grube schleift der Sperrzahn des Hammers, in der seichteren medialen Grube liegt die flache Knorpellippe, welche ausser dem Sperrzahn die untere Gelenkabtheilung des Hammers bilden hilft. Von dieser Leiste fällt eine Wand steil ab nach der Tiefe der Gelenkgrube des Sperrzahnes, und sie ist es, an welche er sich bei seiner Einwärtsbewegung anstemmt. Der feste Schluss des Gelenkes ist auch dann noch hergestellt, wenn die medialen Gelenkränder sich von einander entfernen, wie dies in der Verdichtungsphase geschieht. Selbstverständlich wirkt auch der Bandapparat zur Festigung mit, doch kann man sich von der erwähnten Thatsache auch an den von der Kapsel und den Bändern befreiten Gehörknöchelchen überzeugen, wenn man sie nach der von Helmholtz angegebenen Methode aneinanderfügt. Diese Art des Gelenkschlusses ermöglicht die schon beschriebenen Bewegungen des Hammerkopfes nach vorn und hinten und ebenso die Drehung, eine Thatsache auf die Helmholtz[1] bereits hingewiesen hat. Man kann sich demnach die Hammerbewegung als eine combinirte Bewegung um drei Axen, eine horizontale (von vorn nach hinten gehende), eine transversale und eine verticale vorstellen.[2]

6.

Die Bewegungen des Ambosses sind abhängig von den Bewegungen des Hammers, der Construction der Gelenke und dem Bandapparat, welcher beide Knöchelchen untereinander und mit den festen Wänden der Paukenhöhle verbindet. Wenn in der Verdichtungsphase der Hammerstiel einwärts gedrängt wird, so tritt der lange Ambosstiel und das Linsenbein labyrintheinwärts.

---

[1] Mechanik der Gehörknöchelchen. Pflüger's Archiv, Bd. I, p. 25.

[2] Die Verschiebungen des Hammergriffes in den Richtungen der erwähnten Componenten sind den Ohrenärzten bekannte Erscheinungen (Horizontallagerung und Rotation des Hammerstieles, die constant gewisse häufige Erkrankungen des Mittelohres begleitet).

Der obere Rand des Ambоskörpers geht auswärts und nähert sich seiner Nischenwand. Durch die beschriebenen Drehungen des Hammers um die transversale und verticale Axe und gleichzeitige Verschiebung nach oben werden auch am Ambos noch weitere Bewegungen bedingt. Bei der Drehung um die transversale Axe nämlich stösst der Sperrzahn an die obere Amboswand der Gelenkgrube, wodurch der Amboskörper etwas gehoben, der lange Ambosstiel und das Linsenbein aber etwas nach vorn geführt und dem Hammerstiel genähert wird. Bei der Rotation um die verticale Axe werden die äussern Flächen des Hammerkopfes und Amboskörpers etwas concav nach aussen gegeneinander gestellt, die medialen Gelenksränder von einander entfernt und das Linsenbein der Medianebene genähert, wobei noch zu erwähnen, dass durch die Hebung des Hammers auch das Linsenbein etwas nach oben steigt. An der Spitze des kurzen Ambosfortsatzes lässt sich ein Umwälzen beobachten, wobei die medialen und lateralen Haftbänder abwechselnd an- und abgespannt werden.

7.

Von Interesse sind die Bewegungen des Ambossteigbügelgelenkes, da sie mit jenen des Steigbügelfusstrittes im Zusammenhange stehen. Zunächst wollen wir bemerken, dass die Gelenkfläche des Steigbügelköpfchens mit dem oberen und vorderen Gelenkrand etwas weiter von der Medianebene absteht. Hiedurch bestimmen sich nun leicht die Bewegungen der Fussplatte.

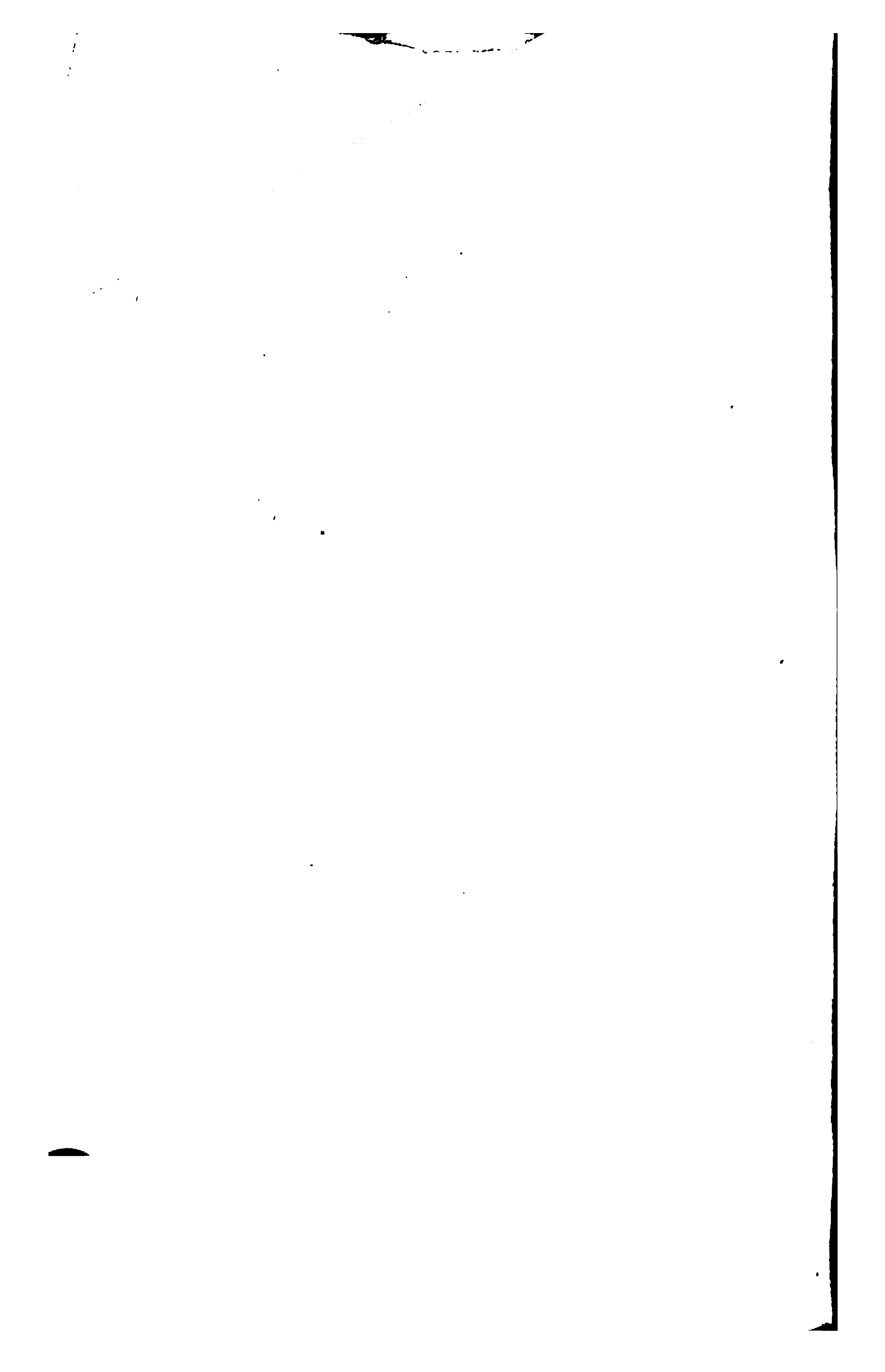
Es wurde bereits bemerkt, dass das Linsenbein bei Einwärtsbewegung des Trommelfells nach innen, vorn und oben rückt; hier muss hinzugefügt werden, dass es dabei stark im Gelenk gleitet. Man thut gut, die Paukenhöhle von oben, vorn und unten zu öffnen, um die erwähnten Bewegungen zu verfolgen, wobei das Schleifen des Linsenbeines von hinten nach vorn am besten von oben, das Heben und Einwärtsdrängen gut von vorn her zu sehen ist.

Die Bewegungen der Fussplatte des Steigbügels beobachtet man am besten von der Labyrinthseite aus, indem man unter Schonung des Vorgebirges den Vorhof abträgt. Bei positivem

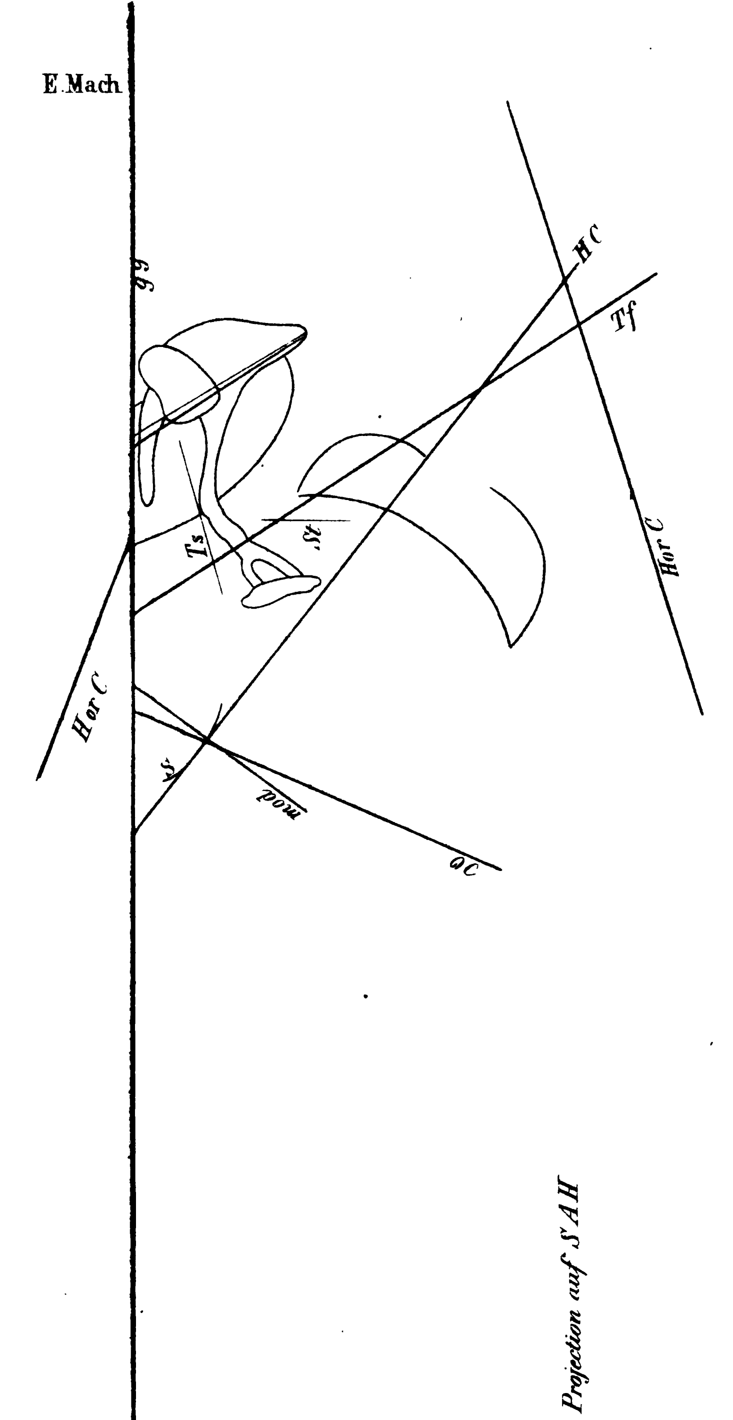
Drucke im Gehörgange wird der ganze Fuss wärts gedrängt. Der Fortgang der Bewegung ist dur tomischen Verhältnisse bedingt. Es ist durch Eisell be dass die Fasern des Ringbandes oben sowohl als unten vom hintern Trittpol zum vordern an Länge zunehmen. Es ist nun klar, dass die Bewegung des Fusstrittes am hintern Pole zunächst sistirt wird. In Folge des Gleitens des Linsenbeines von hinten nach vorn tritt die Spitze des vorderen Trittpoles mehr nach innen als die hintere. Dann findet in Folge der Bewegung des Linsenbeines ein Umklappen des oberen Randes des Fusstrittes nach dem Labyrinth zu statt und gleichzeitig die schwache schon beschriebene Drehung der ganzen Fussplatte um eine zu ihrer Ebene senkrechte Axe.

8.

Von den Haftbändern, welche die Gehörknöchelchen an die knöcherne Wand der Paukenköhle fixiren, wird das Ligamentum mallei externum (Helmholtz) in der Verdichtungsphase ab- und die unteren Fasern des Ligamentum mallei anterius werden angespannt. Die Sehne des Trommelfellspanners wird unter denselben Umständen entspannt und nach oben gedrängt, wobei gleichzeitig die Membran, die zwischen der Sehne, dem Ligamentum mallei anterius und der Tuba angespannt ist, erschlafft. Der Stapedius wird von dem Steigbügelköpfchen nach innen vorn und oben gezogen.



E. Mach



Projection auf S A H

M. Fahrmba

Druck v. Jos. Wagner in Wien

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

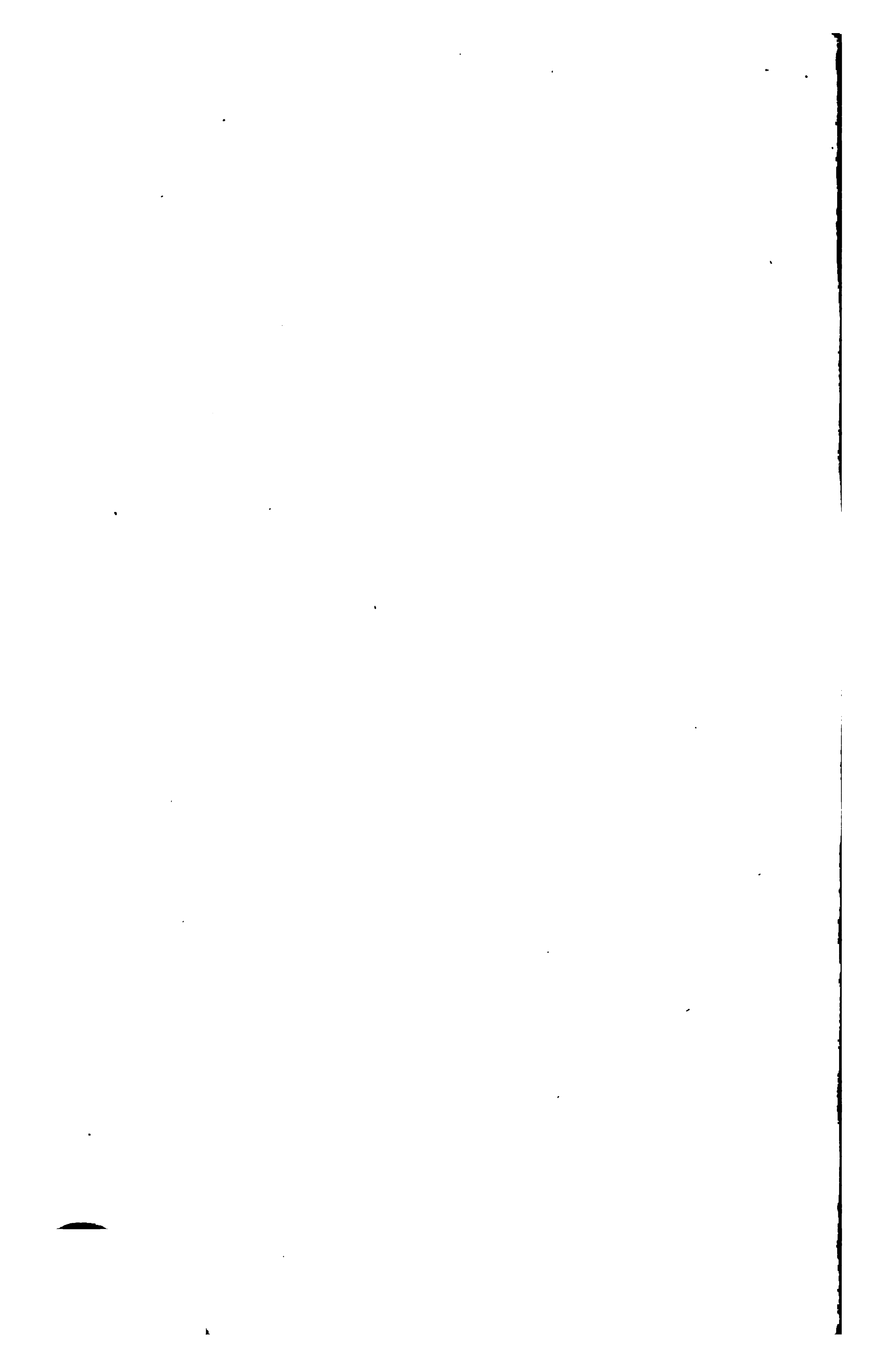
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XIII. SITZUNG VOM 15. MAI 1874.

Das k. k. Ackerbau-Ministerium übermittelt, mit Note vom 3. Mai, ein Schreiben des Cavaliere Francesco Tovo und seines Sohnes Emanuele aus Turin, nebst einem mikroskopischen Präparate, welches die Erfindung der Einsender, der Muskelfaser des Panthers das Ansehen und die Spaltbarkeit des Flachses zu geben, illustriren soll.

Die Hellenische National-Bibliothek zu Athen dankt, mit Zuschrift vom 13./25. April, für die Betheilung mit den akademischen Druckschriften.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Quelle der Magensaftsäure." II. Vorläufige Mittheilung, vom Herrn Prof. Dr. R. Maly in Innsbruck.

„Über den Werth und die Bereitung des Chitinskelett's der Arachniden für mikroskopische Studien", vom Herrn geh. Medicinalrath Prof. Dr. Lebert in Breslau.

„Uber neue und ungenügend bekannte Vögel von Neu-Guinea und den Inseln der Geelvinksbai". IV. Mittheilung, vom Herrn Dr. Ad. Bernh. Meyer.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine für den Anzeiger bestimmte Notiz des Herrn Prof. A. Toepler in Graz: „Über eine eigenthümliche Erscheinung auf der elektrischen Funkenstrecke."

Derselbe legt ferner eine von ihm selbst ausgeführte Untersuchung: „Über Glycerin-Krystalle" vor.

Herr Dr. L. J. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Kritische Untersuchungen über die Arten der natürlichen Familie der Hirsche *(Cervi)*." I. Abtheilung.

Herr Hofrath Dr. E. Ritt. v. Brücke legt eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Abhandlung des Herrn Dr. Anton Rühlmann aus St. Petersburg vor,

betitelt: „Untersuchungen über das Zusammenwirken der Muskeln bei einigen häufiger vorkommenden Kehlkopfstellungen."

Se. Excellenz, Herr Feldzeugmeister Fr. Ritter v. Hauslab überreicht eine Abhandlung: „Über die Naturgesetze der äusseren Formen der Unebenheiten der Erdoberfläche."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVII, Sess. 3ª. Roma, 1874; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Kgl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juli & August 1873. Berlin; 8°.

American Chemist. Vol. IV, Nr. 10. Philadelphia, 1874; 4°.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien. Dritte Folge. XXI. Bd. Jahrgang 1871. Wien, 1874; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 12. Jahrgang, Nr. 13—14. Wien, 1874; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LVI. Theil, 2. Heft. Leipzig, 1874; 8°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings. XXIst Meeting. Philadelphia, 1874; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1986—1988 (Bd. 83. 18—20.) Kiel, 1874; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIX, Nr. 196. Genève, Lausanne, Paris, 1874; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nrs. 16—17. Paris, 1874; 4°.

Cosmos di Guido Cora. Vol. II. 1874. I. Torino; 4°.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVII (neuer Folge VII), Nr. 4. Wien, 1874; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 9. Wien, 1874; 4°.

— Naturforschende, in Basel: Verhandlungen. VI. Theil, 1. Heft. Basel, 1874; 8°.

— Physikalische, zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1869. XXV. Jahrgang. I. & II. Abthlg. Berlin, 1873 & 1874; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXV. Jahrgang, Nr. 18—20. Wien, 1874; 4⁰.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VII, Parts I—II. Nrs. 58—59. London, 1873 & 1874; 8⁰. — List of the Members etc. 1873. London; 8⁰.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVIII, Parte 1ª. Venezia, 1874; 4⁰. — Atti. Tomo III°. Serie IVª, Disp. 2ª—3ª. Venezia, 1873—74; 8⁰.

Jahres-Bericht der Lese- und Rede-Halle der deutschen Studenten in Prag. Vereinsjahr 1873—74. Prag, 1874; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 9. Graz, 1874; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1874, Nr. 7. Wien; 4⁰.

Militär-Comité, k. k. techn. & administrat.: Bericht über die Thätigkeit und die Leistungen desselben im Jahre 1873. Wien, 1874; 8⁰.

Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1874, Heft 1. Wien; 4⁰.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 389ᵉ Livraison. Paris, 1874; 4⁰.

Nature. Nr. 235, Vol. IX; Nr. 236, Vol. X. London, 1874; 4⁰.

Offenbacher Verein für Naturkunde: XIII.—XIV. Bericht. Offenbach a. M., 1873; 8⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII. Nr. 10. Torino, 1873; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1874, Nr. 7. Wien; 4⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIV. Band. Jahrgang 1874. Mai & Juni-Heft. Wien; 8⁰.

„Revue politique et littéraire“, et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nrs. 44—45. Paris, 1874; 4⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Appendice al Vol. II. Anno 1873. Palermo, 1874; 4⁰.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXᵉ. 1873. Revue bibliographique. E. Paris; 8⁰.

S o c i e t y, The Asiatic, of Bengal: Proceedings. Nr. X. December 1873. Calcutta; 8⁰. — ***Bibliotheca Indica.*** New Series. Nrs. 208, 287, 289—291, 293, 295—296, 299. Calcutta & London, 1873 & 1874; 8⁰.

V e r e i n, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1872—1873. Frankfurt a. M.; 8⁰.

— Naturwissenschaftlicher, zu Bremen: Abhandlungen. III. Bd., 4. (Schluss-) Heft; IV. Band, 1. Heft, nebst Beilage Nr. 3. Bremen, 1874; 8⁰.

W i e n e r Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 18—19. Wien, 1874; 4⁰.

W o l f, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXV. 8⁰.

Über die Quelle der Magensaftsäure.

Von **Rich. Maly** in Innsbruck.

II. Vorläufige Mittheilung.

Anschliessend an meine der Akademie gemachte Mittheilung vom 12. März komme ich heute zu der Frage, ob eine Milchsäurebildung im Drüsenbereich der Schleimhaut des Magens stattfinde, denn nur in diesem Falle hat die in der vorigen Mittheilung besprochene Dissociation der Neutralchloride durch Milchsäure eine physiologische Bedeutung.

Um zunächst zu sehen, ob sich der Magenschleimhaut eines Säugethieres eine säurebildende Kraft abgewinnen lasse, die so beträchtlich ist, dass man daran denken konnte, die Natur der Säure selbst zu erforschen, wurde mit abpräparirter Schweinsmagenschleimhaut eine Reihe von Brütversuchen (bei 40°) gemacht, welche zeigten, dass dabei aus allen gewöhnlichen Zuckerarten reiche Mengen einer Säure gewonnen werden können. Beispielsweise sei irgend ein Versuch herausgenommen. Gleich grosse Schleimhautstücke wurden in Probecylindern mit je 100 CC. 2%iger Lösungen verschiedener Kohlenhydrate übergossen. Zu 1 kam Traubenzucker, zu 2 Milchzucker, zu 3 Dextrin und 4 erhielt nur Wasser. Die Cylinder wurden in die Löcher einer hölzernen auf einem Wasserbade schwimmenden Platte (nach Paschutin) gebracht, und das Wasser auf 40° erhitzt. Nach 14stündigem Digeriren verbrauchten je 30 CC. zur Neutralisation

von 1.....2·4 CC. Lauge[1]
„ 2.....2·4 „ „
„ 3.....2·0 „ „
„ 4.....1·4 „ „

---

[1] Nach einer Oxalsäure mit 10 Grm. im Liter gestellt.

Die Säurebildung nahm noch weiter rasch zu; 4 Stunden später verbrauchten je 22 CC. zur Neutralisation

von 1.....4·8 CC. Lauge
„ 2.....3·8 „ „
„ 3.....4·3 „ „
„ 4.....0·7 „ „

Dieser Versuch lehrt, dass die Schleimhaut zwar für sich schon Säure bildet, dass sie dies aber in viel höherem Grade bei Gegenwart von Kohlehydraten zu thun vermag. Das Säurebildungsmaterial der Schleimhaut scheint nach wenigen Stunden erschöpft zu sein; bei Zugabe von Kohlehydraten geht die Säurebildung weiter.

Eine solche Wirkung der Schleimhaut hatte von vorneherein den Charakter einer Fermentwirkung, und sie stimmt auch in dem einzigen, für die Gesammtfermente gültigen Charakteristicum überein, dem, dass, wenn die Schleimhautstücke vorher auf 100 erhitzt worden sind, eine nachherige Säurebildung ausbleibt. Spuren von Säure bilden sich zwar auch noch, wenigstens bei langem Digerien mittelst gekochter Schleimhaut; erhitzte man aber Schleimhautstücke in ein Glasrohr eingeschlossen im Paraffinbade auf 110, so blieb Säurebildung ganz aus, und nur Spuren von Ferment regenerirten sich in einer Probe wieder, was an eine analoge vom diastatischen Ferment bekannte Erscheinung erinnert.

Zieht man zerhackte und mit Glaspulver zu einem Magma zerriebene Magenschleimhaut (Schwein) mit Wasser aus und filtrirt durch mehrfaches Filter, so erhält man ein schwach opalisirendes Infus, das wie die Membran selbst sich verhält und Zuckerlösungen zugemischt, diese bei 35—40° stark sauer macht.

Auch 1 Jahr lang unter Glycerin aufbewahrte Schleimhaut und das Wittich'sche Glycerin selbst producirten unter den genannten Umständen etwas Säure, aber sehr viel weniger als frische Haut; hingegen konnte mittelst von einem Fistelhunde gewonnenen Magensaftes keine Spur einer Säurebildung unter den genannten Umständen beobachtet werden.

Wenn die in die Haut des Magens imbibirte Zuckerflüssigkeit zu Säure wird, so ist die Vermuthung gerechtfertigt, dass auch der im Blutplasma gelöste mit dem Gesammtblute durch die Magenhautgefässe kreisende Zucker dieselbe Umwandlung erfährt. Das Blutplasma ist bekanntlich zuckerhältig, es enthält davon etwa 0·15% unter normalen Verhältnissen.

Diese Vermuthung führte zu Versuchen, bei denen im Blutserum, dessen Alkalität austitrirt war, Magenschleimhautstücke bei Thierwärme digerirt wurden. Das Blutserum war vom Ochsen und frisch, die Magenschleimhaut vom Schwein. Im übrigen war die Adjustirung der Versuche die gleiche wie vorher, indem die Serumproben mit dem Gewebe und zur Controle Serum ohne Zusatz in den in das 40° warme Wasser gesenkten Cylindern digerirt wurden. Zahlen hier übergehend, sei bemerkt, dass auch im Serum immer eine Säurebildung durch die Schleimhaut beobachtet wurde, indem die Alkalität eines solchen Serums viel geringer war als die des zur Controle ohne Zusatz digerirten Serums.

Um nun endlich die Natur der Säure zu bestimmen, welche unter Wirkung des Schleimhautfermentes aus den Kohlehydraten entsteht, wurden grössere Mengen von Trauben- oder Rohrzuckerlösungen der Wirkung zerhackter Schleimhaut bei 40° ausgesetzt, und die Säure in dem Masse, als sie sich bildete, mit Natronlauge abgesättiget. Da schon von vorneherein es wahrscheinlich war, dass man es mit Milchsäure werde zu thun haben, wurde ein direct darauf zielendes Verfahren eingeschlagen und es war leicht, grosse Mengen von milchsaurem Zink zu erhalten, für dessen Natur folgende Zahlen Belege sind:

	Gährungsmilchsaures Zink $(C_3H_5O_3)_2\overset{II}{Zn}.3H_2O$ verlangt:	Gefunden im Präparate aus Traubenzucker		aus Rohrzucker	
		I	II	I	II
Wasser..	18·18%	18·10%	18·13%	17·61%	18·27%
Zinkoxyd	26·72%	26·42%	27·30%	27·70%	27·09%.

Die Summe der hiemit und in meiner vorigen Mittheilung beschriebenen Versuche schliesst den Ring der Bildung freier Salzsäure im Magen auf dem Wege der Milchsäurebildung; allein es ist noch eines zu berücksichtigen, er schliesst sich nur dann, wenn sich constatiren lässt, dass nicht nur die abpräparirte seit Stunden und Tagen todte, sondern auch die lebende Magenmucosa Milchsäure aus Kohlehydraten produciren kann.

Nimmt man im Verfolge der vorigen Versuchsreihe einmal das Mikroskop zur Hand, so sieht man in jedem Tröpfchen eine Legion stäbchenförmiger ein- oder mehrgliedriger Bacterien. Darauf kommt es nun eben an; ist das Milchsäureferment ein organisirtes oder ein formloses. Im ersten Falle hat man es nur mit einem unter Bacterieneinfluss stehenden Gährungsprocesse zu thun. Es wäre aber denkbar, dass neben den Bacterien zugleich ein ungeformtes lösliches Ferment vorhanden ist. Die bisherigen Kenntnisse, welche gestatten dies zu entscheiden, sind nur jene, die auf der Erfahrung beruhen, dass die geformten Fermente (Hefezellen, Bacterien etc.) bei einem Procentgehalt der Flüssigkeit an fremden Substanzen getödtet werden und also ihre Energie einbüssen, bei der durch gelöste — chemische — Fermente bedingte Spaltungen noch ungestört ablaufen. Ich kann in dieser Beziehung auf Versuche von Hoppe-Seyler, auf solche von Paschutin und von Schäfer und Böhm erinnern.

Als Substanzen, welche am charakteristischesten die beiden Fermentwirkungen zu unterscheiden gestatten, müssen arsenige Säure und Phenol bezeichnet werden. Bei Wiederholung meiner oben erzählten Versuche mit den Zuckerlösungen und den Magenschleimhautstücken unter Zusatz kleiner quantitativ bestimmter Mengen der genannten Bacteriengifte zeigte sich nun, dass die Wirkung, nämlich die Milchsäureproduction vollständig ausblieb. Vom Phenol reichte ein halb Procent der Flüssigkeit hin, jede Entwicklung von Bacterien zu hemmen, und zugleich mit ihnen fehlte die Säurebildung; selbst in einem Gemisch, das nur 0·3% Phenol enthielt, waren kaum Spuren von Milchsäure gebildet worden. Arsenige Säure vermochte in den angewandten Mengen nicht so vollsätändig den Milchsäurebildungs-

process zu hemmen als Phenol, doch wurde er auch durch diesen Körper schon stark beeinträchtiget, wenn das Flüssigkeitsgemisch nur 0·02 bis 0·04% As_2O_3 enthielt.

Ist nun aber ein lösliches Ferment in der Magenschleimhaut ausgeschlossen, so wird es auch wahrscheinlich, dass die frische, lebende Magenmucosa eine Milchsäurebildung nicht veranlassen kann. In der That ist der ganz frische Magen am wenigsten milchsäurebildend. Nimmt man aus einem frisch getödteten Kaninchen den Magen, spült ihn mit lauem Wasser aus, und bringt ihn rasch in die vorbereitete 37° warme Zuckerlösung, so bildet sich innerhalb 3 Stunden z. B. eine kaum merkbare Menge Säure, während derselbe Magen nach 1 oder 2 Tagen in gleicher Weise neuerdings verwendet, in derselben Zeit eine merkbare grössere Säuremenge producirt.

Noch directer habe ich mich in folgendem Versuch an die lebende Magenschleimhaut gewendet. Man wollte sehen, ob sich ein bedeutender Unterschied zeigt, in der Menge von weisser Magnesia, welche sich im Magen eines Fistelhundes auflöst, einerseits, wenn nichts anderes als Magnesiamilch in den Magen gebracht wird, und anderseits, wenn ausser Magnesia auch noch etwas Traubenzucker eingeführt wird.

Der Magen des Fistelhundes wurde ausgespült (durch abwechselndes Drücken und Loslassen eines an die Canäle angefügten mit Wasser gefüllten Kautschukkölbchens), Magnesiamilch hineingebracht und die Fistel geschlossen. Nach einer Stunde wurde der Mageninhalt herausgenommen, filtrirt und die gelöste Magnesia bestimmt. An nächsten Tage wurde gleich manipulirt, aber zu der eingeführten Magnesiamilch auch noch Traubenzucker hinzugesetzt. Die Magnesia, als Pyrophosphat bestimmt, verhielt sich an den beiden Tagen wie 0·04 : 0·042. Es war daher im lebenden Magen unter dem Einflusse des Zuckers keine — die Magnesia — lösende Säure gebildet worden.

Die Milchsäure, welche bei den früher erwähnten Brütversuchen sich in so reichlicher — zur Darstellung dieser Körper benützbaren — Weise bildet, ist nur das Resultat eines organisirten Fermentes, das sich auf Kosten der Magenhautbestandtheile bildet.

Für die Quelle der Magensalzsäure kommt daher die Zerlegung der Chloride durch Milchsäure nicht in Betracht, und die Milchsäure scheint im Chemismus der normalen Säurebildung keine Rolle zu spielen. Die Quelle der freien Salzsäure im Magen ist in einem Dissociationsprocess der Chloride, speciell des Kochsalzes, ohne Einwirkung einer Säure zu suchen.

Innsbruck am 6. Mai 1874.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXIX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Untersuchungen über das Zusammenwirken der Muskeln bei einigen, häufiger vorkommenden, Kehlkopfstellungen.

Von Dr. **Anton Rühlmann** aus St. Petersburg.

(Aus dem physiologischen Institute zu Wien.)

(Mit 2 Tafeln.)

Bei den vielfältigen Untersuchungen über die Wirkung der Kehlkopfmuskeln ist nicht überall die hinreichende Rücksicht genommen worden auf das Zusammenwirken dieser Muskeln, und doch ist es ein allgemeines Gesetz der combinirten Bewegungen, dass, wenn irgend eine Stellung mit Energie angestrebt wird, sämmtliche Muskeln in Action treten, welche zur Erreichung derselben mitwirken können. Ich habe desshalb einen anderen Weg betreten, als denjenigen, welcher gewöhnlich in den anatomischen Abhandlungen und Lehrbüchern verfolgt wird. Ich bin von bestimmten, häufig vorkommenden, und physiologisch wichtigen Kehlkopfstellungen ausgegangen, und habe gesucht, mir Rechenschaft davon zu geben, wie und durch Wirkung welcher Muskeln sie zu Stande kommen.

Es ist in neuerer Zeit viel Werth auf die Untersuchung der Wirkung der Muskeln mittelst directer electrischer Reizung gelegt worden. Ich messe ihr keinen solchen bei, denn gerade bei ihr erfährt man nichts vom Zusammenwirken der Muskeln, und kann in die gröbsten Irrthümer inducirt werden. Wer z. B. vom *m. deltoideus* nichts wüsste, als was er bei der electrischen Reizung desselben sieht, der könnte glauben, dass seine wesentliche Wirkung darin bestehe, das Schulterblatt zu drehen, nicht den Arm emporzuheben. Wer nicht im Stande ist, sich aus der anatomischen Beschaffenheit der Muskeln, aus ihren Ursprüngen und Ansätzen ihre Wirkung klar zu machen, der wird auch

nicht im Stande sein, das, was er bei der electrischen Reizung sieht, richtig zu deuten.

Bei der Vieldeutigkeit der Nomenclatur und bei abweichenden Angaben, welche verschiedene Schriftsteller über die Ursprünge und Ansätze der Kehlkopfmuskeln machen, halte ich es für nothwendig, eine kurze Übersicht über dieselben mit ihren Varianten und Synonymen zu geben.

Anatomischer Theil.

A. Die constant vorkommenden Muskeln des larynx.

Musculus crico-thyreoideus.

Dieser Muskel besteht nach Henle[1] und Luschka[2] aus zwei, deutlich trennbaren Muskeln, — dem *musculus crico-thyreoideus rectus* und *obliquus.*

I. M. crico-thyreoideus rectus.

Ursprung.[3] Unterer Rand des Schildknorpels 1 Cm. medianwärts vom *processus marginalis.* (Also gerade gegenüber der Insertion des inneren Theiles des *m. hyo-thyreoideus.*)

Insertion. Äussere Fläche des *arcus c. cricoideae,* 1 Mm. von der vorderen Mittellinie des *arcus* bis etwas über 1 Cm. nach aussen.

---

[1] J. Henle. Handbuch der system. Anatomie des Menschen. Bd. II. Eingeweidelehre. Braunschweig 1862, p. 250 und 251.

[2] H. Luschka. Der Kehlkopf des Menschen. Tübingen 1871, p. 127 (Taf. VI, Fig. II. 9, 10).

[3] Es ist selbstverständlich, dass ich keinen wesentlichen Unterschied zwischen Ursprung und Insertion mache, namentlich, wo diese Punkte so bewegliche Theile betreffen, wie es die Knorpel des Kehlkopfes sind. Was einmal Ursprung ist, kann das andere Mal Insertion sein.

Die Bündel steigen ziemlich schief von oben und aussen nach unten und innen herab.

2. M. crico-thyreoideus obliquus.

a) Die obere, innere, etwas quere und platte Portion.

Ursprung. Innerer Saum des unteren Randes der *c. thyreoidea,* 1 Cm. nach hinten vom vorderen Winkel des Schildknorpels angefangen bis zum Beginn der *incisura post. inf. c. thyreoideae.* (Also gerade bis an die Stelle, wo aussen sich der *proc. marginalis* befindet.)

Insertion. Oberer Theil der äusseren Fläche des *arcus c. cricoideae,* 1 Cm. nach vorne vom Höcker des oberen Randes; auch theilweise *membrana laryngis elastica,* seitwärts vom *lig. conoideum.* Diese Portion wird nach vorne zu vom *m. crico-thyr. rectus* bedeckt, und liegt selbst gleich nach aussen vom *m. crico-arytaenoid. lateralis.*

b) Die untere, hintere, äussere, schiefste und längste Portion.

Ursprung. Äusserer Saum des Randes der *incisura post. inf. cartil. thyreoideae,* sowie auch des *cornu inferius* bis zu dessen Spitze.

Insertion. Vorderer, äusserer, unterer Theil der Fläche und unterer Rand des *arcus c. cricoideae,* unter der Insertion des *crico-thyr. rectus,* u. der des oberen Bündels des *obliquus.*

Henle bezeichnet diese zwei Muskeln mit den angeführten Namen. Luschka nennt sie *crico-thyr. anticus rect.* und *obliquus,* weil er den weniger constanten *m. kerato-cricoideus* — *m. crico-thyreoid. post.* nennt. Merkel[1] spricht nur von einem *m. crico-thyreoideus,* den er in 2 Schichten zerlegt: die äussere und die innere, die einen gemeinschaftlichen Ursprung besitzen, und von denen sich die erstere am äussern Saume des unteren Randes der *c. thyreoidea* befestigt, die zweite hingegen an deren innerem

[1] C. Merkel: Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans (Anthropophonik). Leipzig 1857. p. 130.

Saume, und theilweise an der innern Fläche der Platte der *c. thyreoidea.*

Die Faserung des *rectus* und *obliquus* ist wirklich sehr verschieden: die Muskelbündel des ersteren verlaufen noch so ziemlich vertical, die des andern anfangs schräg, nach aussen zu aber fast ganz horizontal.

Der *rectus* und *obliquus* lassen sich gewöhnlich ganz gut trennen, was aber nicht so leicht von den genannten Portionen des *obliquus* zu sagen wäre, die sich in viel geringerem Grade von einander trennen und sich nur mehr der Faserung nach unterscheiden.

M. arytaenoideus transversus.

Ursprung und Insertion. Die beiden lateralen Kanten der Giessbeckenknorpel, auch die inneren Theile der *processus musculares.* (Ausnahmsweise auch das *lig. triquetrum,* sagt Luschka.) Die Fasern laufen quer, und parallel untereinander, von einem Giessbeckenknorpel zum andern.

Henle[1] nennt den Muskel — *m. arytaenoideus;* Santorini[2] gebraucht die Bezeichnung von Morgagni — *m. ary-arytaenoideus;* Luschka nennt ihn *m. arytaenoideus transversus,* so wie er auch früher genannt wurde.

M. crico-arytaenoideus posticus.

Ursprung.

a) Obere Portion.

Mittlerer Theil der *lamina cricoidea* längs der *crista media.*

b) Untere Portion.

Unterer äusserer Theil der *fovea laminae c. cricoideae* in der Umgegend der *articulatio crico-thyreoidea.*

---

[1] Henle l. c. p. 253.

[2] Dom. Santorini. Observationes anatomicae. Venetiis 1724. Tab. 3. Fig. 1, lit. e. Fig. 2, lit. H.

Insertion. Hinterer Rand des *proc. muscularis,* zwischen *musc. aryt. transversus* und *crico-aryt. lateralis.* Die äusseren oder unteren Bündel sind länger, und steigen fast vertical hinauf, die inneren oder oberen sind kürzer und verlaufen mehr horizontal.

M. crico-arytaenoideus lateralis.

Kann in zwei, oft deutlich von einander trennbare Muskelbündel zerlegt werden:

a) Untere, hintere Portion. Ist kürzer und hat einen mehr horizontalen Verlauf.

Ursprung. Mitte der seitlichen Hälfte des ganzen oberen Randes der *c. cricoidea* und hinterer Theil des Höckers daselbst.

Insertion. Äusserer Theil des *proc. muscularis,* nach aussen von der Insertion des *m. crico-aryt. post.*

b) Obere, vordere Portion. Ist länger und hat einen viel mehr von vorn nach hinten und oben aufsteigenden Verlauf.

Ursprung: Vorderer Theil des erwähnten Höckers, u. der vor ihm liegende Theil des oberen Randes der *cart. cricoidea*, auch theilweise *membrana laryngis elastica,* neben dem *ligamentem conicum.*

Insertion. Unterer Theil des lateralen Randes der *cartilago arytaenoidea,* gleich über dem *proc. muscularis.*

Dieser obere Muskelbausch hängt durch einige Bündel nach oben zu mit dem *m. thyreo-aryt. ext.* zusammen, sowie auch nach unten mit der unteren Portion.

M. thyreo-arytaenoideus.

Er wird in der neuesten Zeit als aus zwei Muskeln, dem *externus* und *internus* bestehend, angesehen.

1. M. thyreo-arytaenoideus externus.

Dieser Muskel könnte in sehr viele Bündel oder Portionen zerlegt werden, die aber so wenig constant sind, dass sie keiner

genaueren Beschreibung unterworfen werden können. Alle diese Bündel stehen unter sich durch schiefe Nebenbündelchen in Verbindung, so dass meistens zwei unter einem spitzen Winkel zusammentretende Bündel in eines verschmelzen.

Die Muskelbündel des *thyreo-arytaenoideus externus* haben einen schräg aufsteigenden Verlauf von vorn und unten nach hinten und oben, und es sind die obersten — die steilsten.

So stellt sich uns der Muskel an der Seitenfläche des *larynx* dar. Verfolgen wir seine Faserung von aussen nach innen zu durch Zerzupfung, d. i. Trennung der einzelnen Faserbündel von einander und allmälige Wegnahme derselben; — so finden wir, dass dieser schräge Verlauf der gröberen, durch dickere Bündel bedingten Faserung einer immer mehr und mehr geraden, horizontalen Platz macht, bis man fast unmerklich in eine viel feinere, vollkommen parallele und horizontale übergeht. Da befindet man sich aber schon im wahren Stimmbande und hat es folglich mit dem *m. thyreo-arytaenoideus internus* zu thun.

Diese Bündel stehen untereinander, wie schon gesagt wurde, durch eine Menge von Querbündelchen in Verbindung, und es stellt sich folglich in dieser Hinsicht dasselbe Bild auf Querschnitten durch den ganzen Kehlkopf in der Höhe der Stimmbänder dar, wie wir es an der Seitenansicht schon gesehen haben. Nur scheint die Zahl dieser Querbündelchen an solchen Querschnitten viel grösser, so dass man unwillkürlich darauf aufmerksam gemacht wird. Auch schien mir ihre Anzahl an diesen Querschnitten am grössten entsprechend einer Linie, die von der Grenze zwischen dem hinteren und mittleren Drittheil des Stimmbandes gerade nach aussen geführt wäre.

Ich habe die Faserung des *thyreo-aryt.* schichtenweise untersucht, indem ich mich der ursprünglich von Ludwig bei Untersuchung des Herzfleisches angewandten Zerfaserungspräparirmethode an erst stark und lange gesalzenen, später gekochten Kehlköpfen bediente. Sie ist vortrefflich, wo es sich darum handelt, die Richtung der Fasern schichtenweise zu bestimmen. Die Muskelbündel sind erhärtet (daher aber auch spröde) und des Zwischenbindegewebes so ziemlich beraubt; auch haften die Fascien viel weniger an die Muskelbündel und sind leichter zu entfernen.

Bei Verfolgung der Insertionen ist diese Methode dennoch weniger zu empfehlen, weil eben die Insertionen sehr gelockert sind, und die Bündel leicht brechen.

Ursprung. Die unteren zwei Drittel des Winkels der *cart. thyreoidea*, nach aussen vom *m. thyreo-aryt. internus*. Manchmal auch etwas höher hinauf.

Insertion. Untere Hälfte des äusseren lateralen Randes der *cart. arytaenoidea* und vorderer oberer Theil des *proc. muscularis*.

Es steigen die Bündel, nach aufwärts gekrümmt, zur *c. arytaenoidea* hinauf, indem sie das falsche Stimmband kreuzen.

Es kommt vor, dass das unterste Bündel des *m. thyreo-aryt. externus* von der *membrana laryngis elastica*, neben dem *lig. conoideum*, entspringt. Das wäre also dasjenige Bündel, welches sonst ein Bestandtheil der oberen Portion des *crico-arytaenoideus lateralis* bildet. C. Merkel[1] nennt es *stratum ary-syndesmicum* seines *m. crico-thyreo-arytaenoideus*. Er unterscheidet aber dennoch Bündel des *m. thyreo-aryt. ext.* und *crico-aryt. lateralis*, die ihrem Ursprunge nach auch ein Bestandtheil dieses *stratum* bilden müssten (p. 142).

Constant ist dieses Bündel als selbstständiges nicht; aber der Ursprung ist constant, ob als Bestandtheil des *m. crico-aryt. lateralis*, oder des *m. thyreo-aryt. externus*, oder endlich als ein mehr oder weniger selbstständiges, zwischen beiden genannten Muskeln eingeschaltetes Bündel.

Eines von den Bündeln des *m. thyreo-aryt. ext.* befestigt sich zuweilen nicht am lateralen Rande der *cart. arytaenoidea*, wie die übrigen, sondern geht quer über deren Mitte hinüber zu demselben Rande des entgegengesetzten Knorpels, wo es sich inserirt. Es ist zuerst von Santorini[2] beschrieben worden, und von ihm *m. thyreo-arytaenoideus obliquus* benannt. Die Insertionsenden beider Muskelbündel kreuzen sich also hinter dem *m. arytaenoideus transversus*. Sie sind aber meistens schwer, oder gar nicht von den sich ebenfalls hier kreuzenden Ursprungsbündeln der *M. ary-epiglottici Santorini* zu trennen. Das ist der Grund,

---

[1] Merkel l. c. p. 139, Fig. 48, 8.

[2] Santorini l. c. p. 110, Tab. 3, Fig. 2, lit. Q.

warum Henle[1] einen *m. thyreo-ary-epiglotticus* aufgestellt hat, der also aus *m. thyreo-aryt. obliquus Santorini* und *ary-epiglotticus Santorini* besteht. Er fügt diesem Muskel aber noch den *m. thyreo-epiglotticus* hinzu.

Die sich kreuzenden Ursprungsbündel der *M. ary-epiglottici Santorini* inseriren sich in manchen Fällen mit einigen Bündeln schon am oberen Theile der lateralen Kante der *c. arytaenoidea*, was die *M. arytaenoidei obliqui* der Lehrbücher bildet. Santorini aber sucht zu beweisen, dass die meisten Bündel der *M. aryt. obliqui* weiter in die *plica ary-epiglottica* ausstrahlen.

Nach dem früher Gesagten wird es nicht merkwürdig erscheinen, wenn Cruveilhier[2] den *m. thyreo-aryt. externus*, den *internus* und den *m. crico-aryt. lateralis* als Bestandtheile eines Muskels ansehen will, den er *m. crico-thyreo-arytaenoideus* nennt.

Ich muss hier noch eines Bündels, welches immer eine entgegengesetzte Richtung zu den übrigen besitzt, erwähnen. Es ist das der *m. thyreo-arytaenoideus superior Santorini*, den ich noch unter den weniger constanten Muskeln beschreiben werde.

Santorini[3] theilt den *m. thyreo-arytaenoideus* in drei Theile:

1. ***Pars inferior*** (oder *m. thyreo-arytaenoideus inf.*) besteht aus: *a) stratum ary-syndesmicum; b)* einigen Bündeln des *m. thyreo-arytaenoideus externus* und *c)* dem *m. thyreo-aryt. internus*.

2. ***Pars media*** (oder *m. thyreo-aryt. medius*) besteht aus den übrigen Bündeln des *m. thyreo-aryt. externus*.

3. ***Pars superior*** (oder *m. thyreo-aryt. superior*).

Henle[4] theilt den *musc. thyreo-aryt. externus* in folgende drei Portionen:

1. **Unterste Portion.**

a) **Äussere Schichte besteht aus:**

α) unserem oberen Bündel des *m. crico-aryt. lateralis*,

β) dem *stratum ary-syndesmicum* und

---

[1] Henle l. c. p. 252, Fig. 187.

[2] J. Cruveilhier. Traité d'anatomie descriptive T. II. Paris 1865—8, p. 251.

[3] Santorini l. c. p. 104—5. Tab. 3, Fig. 2. lit. K, L, O.

[4] Henle l. c. p. 253.

γ) den meisten Bündeln unseres *thyreo-aryt. externus*. Ist also mehr als der *m. thyreo arytaenoideus medius Santorini.*

b) Innere Schichte besteht im Grunde aus dem *thyreo-aryt. inferior Santorini*, nur fehlen:

α) *m. thyreo-aryt. internus*, den Henle einzeln beschreibt;

β) ein Theil des *stratum ary-syndesmicum*, welcher der äusseren Schichte zugezählt ist,

γ) viele Bündel des *thyreo-aryt. externus*, die auch zur äusseren Schichte, welche überhaupt bei Henle die mächtigste ist, gehören, während solches bei Santorini der *inferior* ist.

Der obere Rand dieser Schichte, sagt Henle, entspricht dem falschen Stimmbande.

2. Mittlere Portion.

Entspricht dem *m. thyreo-arytaen. superior Santorini.*

3. Oberste Portion. (Unbeständig.)

Ist wahrscheinlich ein Theil eines etwas in seiner Insertion verbreiterten *m. ary-epiglotticus*, oder besser, des *stratum ary-membranosum* von Merkel.

Henle sagt, dass, wenn der *m. thyreo-epiglotticus* fehle, letztere Portion seine Stelle vertreten soll.

Nach dem, was ich gesehen habe, kann ich mich in dieser Hinsicht folgendermassen aussprechen:

1. Wenn der *m. thyreo-epiglotticus* wenig entwickelt ist, dann ist es das *stratum ary-membranosum obliquum* wohl desto mehr.

2. Dass der *m. thyreo-epiglotticus* gar nicht angedeutet wäre, ist mir nicht vorgekommen.

2. M. thyreo-arytaenoideus internus.

C. Merkel[1] unterscheidet ein *stratum thyreo-arytaen. internum*. Er gebraucht nämlich für die gesammte, seitliche, eigentliche Kehlkopfmusculatur die Bezeichnung von Cruveilhier — *m. crico-thyreo-arytaenoideus*, und theilt diesen Muskel in folgende *strata:*

---

[1] Merkel l. c. p. 142, Fig. 49.

1. *Stratum crico-arytaenoideum*, ist unsere untere Portion des *m. crico-aryt. lateralis.*

2. *Stratum ary-syndesmicum* befindet sich zwischen 1 und 3, oder gehört zu einem von beiden.

3. *Stratum thyreo-aryt. ext.* — unser *m. thyr. ar. externus.*

4. *Stratum thyreo-aryt. int.* — unser *m. thyr. ar. internus.*

5. *Stratum ary-membranosum obliquum* } unser *m. ary-epi-*
6. *Stratum ary-membranosum rectum* } *glotticus.*

7. *Stratum thyreo-membranosum* — unser *m. thyreo-epiglotticus.*

Henle und Luschka nennen das *stratum thyreo-aryt. internum* — *musc. thyreo-aryt. int.* Ludwig[1] beschreibt diesen Muskel als *portio ary-vocalis m. thyreo-arytaenoidei.* Hyrtl[2] hält sich an die Santorinische Bezeichnung *m. thyreo-arytaenoideus inferior.* Wir haben aber schon gesehen, dass unter diesem Namen nicht nur der *thyreo-aryt. int.*, sondern auch noch andere Muskelbündel verstanden werden.

Wie schon früher erwähnt wurde, kommt man bei Anwendung der Zerfaserungs-Präparirmethode an Kehlköpfen, die erst in Kochsalz gelegen hatten, und später in Salzwasser gekocht wurden, wenn man von aussen nach innen auf diesen Muskel zugeht, auf keine Begrenzung; sondern im Gegentheil, es steht der *m. thyreo-arytaenoideus externus* mit dem *internus* in einem innigen Zusammenhange durch kleine, schiefe Querbündelchen.

Präparirt man dagegen den Muskel von innen her, indem man die Schleimhaut des *larynx* und ihre Fortsetzung auf das wahre Stimmband im weiteren Sinne des Wortes ablöst, so kommt man auf einen „dreiseitig prismatischen Muskel“ (Harless), der ganz selbstständig erscheint, obgleich er mit seiner äussern, die Basis „der Pyramide“ vorstellenden Fläche in vollkommenem Zusammenhange mit dem *m. thyreo-arytaenoideus externus* steht. Der ganze Muskel ist, da nur die ziemlich lose anheftende Fortsetzung der Schleimhaut abgenommen ist, von

[1] C. Ludwig. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Leipzig, Bd. I, 1858, pag. 567.

[2] J. Hyrtl. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1862, p. 599.

einer Fortsetzung der *membrana laryngis elastica* bedeckt, die sich wie eine Aponeurose ansieht, und am inneren, scharfen Rande des Muskels zu einem bandartigen Strange — die *chorda vocalis* (Luschka), oder das Stimmband im engeren Sinne des Wortes verbreitert und verdickt. Diese elastische Aponeurose löst sich schon nicht so leicht ab, und namentlich am vorderen und hinteren Theile der unteren, gegen die *trachea* zugewendeten Fläche des Muskels. Noch schwerer ist es, dieselbe vom Muskelrande zu trennen. Am leichtesten löst sie sich noch von der oberen, dem *sinus Morgagni* zugewendeten Fläche.

Wenn wir den präparirten *m. thyreo-arytaenoideus int.* von oben betrachten, so erscheint er uns hinten breiter und vorne schmäler. Betrachten wir ihn aber von der Seite, d. h. von der Innenfläche des *larynx*, so erstrecken sich seine Muskelbündel vorne weiter herunter als hinten, so dass der hintere Theil nun schmäler erscheint. Es stellt nämlich dieser Muskel in seiner Gesammtheit einen Doppelkeil dar, dessen vordere abgestutzte Schneide vertical, die hintere abgestutzte aber horizontal liegt.

Ursprung: Untere Hälfte des Winkels der *cart. thyreoidea* medianwärts vom *m. thyreo-aryt. externus*, von dem sogenannten „faserknorpeligen Wulste“ (Luschka), der den Winkel ausfüllt, theilweise vom Perichondrium, auch vom vorderen Theile der unteren Fläche des *ligam. vocale* im weiteren Sinne des Wortes, sowie auch theilweise von der *cartilago sesamoidea anterior* Luschka.[1]

---

[1] Über diesen Knorpel siehe Näheres im schon citirten Werke von Luschka, wo sich die genauesten Angaben über dieses Gebilde befinden (pag. 80—83, Taf. V, Fig. IX, 6). An derselben Abbildung ist auch der Faserwulst im Winkel des Schildknorpels zu sehen (3).

Verson sagt in seinen später zu citirenden Beiträgen zur Kenntniss des Kehlkopfes u. s. w. (p. 2) Folgendes über diesen Knorpel: „Im unteren Stimmbande fand ich aber das schon von Henle beschriebene elastische Knötchen nie verknorpelt. Interessant ist nur der Vergleich dieses Befundes beim Neugebornen mit jenem beim Erwachsenen. Während es nämlich bei letzterem nur aus dicht verfilzten, elastischen Fasern besteht, sind diese beim Neugebornen viel weniger dicht angeordnet, dafür aber ihre Zwischenräume mit kernhaltigen Zellen erfüllt, welche die verschiedensten Entwicklungsstufen der Spindelform zeigen. Aus ihnen scheinen sich also die elastischen Fasern zu entwickeln.“

Insertion:

1. *Stratum internum* (Siehe Fig. I, 1—1).

a) Spitze des *processus vocalis* — die oberen innersten, dem Stimmbande im engeren Sinne des Wortes am nächsten gelegenen, und mit demselben parallel verlaufenden Muskelbündel.

b) Hinterer Theil der unteren Fläche des *ligam. vocale* im weiteren Sinne des Wortes — die unteren innersten Bündel an der unteren Fläche des Muskels.

c) Oberer und unterer Saum des äusseren Randes des ganzen *processus vocalis* bis zum Übergang in die äussere Fläche der *cartilago arytaenoidea*, wo sich die *fovea oblonga*, correspondirend den Ansätzen des *ligamentum triquetrum* hinten, befindet. Das sind die inneren Bündel an der oberen und unteren Fläche des Muskels.

2. *Stratum externum* (Vergleiche Fig. I, 2—2).

Fovea oblonga oder *inferior*, an der äusseren Fläche der *cartilago arytaenoidea* bis zur *spina inferior*. Hier befestigen sich die äusseren Bündel des Muskels, und zwar der grösste Theil desselben.

Diese Trennung des Muskels in zwei *strata* erscheint wohl künstlich, wird aber durch den physiologischen Theil gerechtfertigt werden.

Die dem Stimmbande im engeren Sinne des Wortes am nächsten liegenden Bündel sind sehr zart, und dichter gedrängt, als weiter nach aussen zu, auch hängen sie mit demselben ziemlich fest zusammen und verlaufen parallel den elastischen und Bindegewebsfasern.

Bis zur Stunde ist die Meinung unter den Anatomen und Physiologen eine getheilte darüber, ob sich die Fasern des *m. thyr. arytaen int.* im Stimmbande inseriren oder nicht. Ich finde es nicht überflüssig, bevor ich zur Darlegung meiner eigenen

---

Die neueste Angabe über diesen Knorpel ist die von Prof. W. Krause in Göttingen (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1873, Nr. 52). Er sagt: „Das gelbe Knötchen am vorderen Ende des eigentlichen Stimmbandes sei kein Netzknorpel, bestehe aber auch nicht blos aus elastischen Fasern, sondern gehöre zu den zellenreichsten Geweben des Körpers; die ellipsoidischen Kerne werden durch Hämatoxylin sichtbar und seien nach der Länge des Bandes geordnet.“

Resultate übergehe, die Ansichten der verschiedenen Autoren über diesen Gegenstand vorzuführen.

Der Hauptvertreter der Ansicht, dass Muskelinsertionen im Stimmbande, namentlich der *chorda vocalis,* existiren, — ist jedenfalls Ludwig,[1] der den *m. thyr. aryt. int. — portio ary-vocalis* nennt und die *chorda vocalis* als Sehne betrachtet, an die sich die Fasern schief inseriren, wobei die kürzesten gleich unmittelbar vor dem vorderen Ende des *proc. vocalis* aufhören sollen, die längsten aber neben der *cart. thyreoidea.* Henle,[2] Ranke,[3] Herrmann,[4] Bataille[5] sagen so ziemlich dasselbe und Kölliker[6] meint sogar, dass diese Insertion die vorwiegende für die Fasern des Muskels sei. Dagegen sprechen sich aber Luschka,[7] Verson[8] und Funke[9] entschieden gegen diese Ansicht aus.

Luschka hat Querschnitte im Niveau der Stimmritze angefertigt, und sie mit bewaffnetem Auge angesehen, und die Muskelbündel von ihrem Ursprunge bis zur Insertion verfolgt, und nichts von Insertionen am Stimmbande gesehen. Dasselbe sagt auch Verson, dem es keinen Übergang des Sarcolemma in die Bandfasern zu beoachten gelang, was er als Insertionsweise für Muskeln in einem separaten Aufsatze[10] beschreibt. Harless[11] sieht die *chorda vocalis* als eine verbreiterte Fascie an, und C. Merkel[12] stimmt ihm bei, „nur kam es ihm beinahe

---

[1] Ludwig l. c. p. 567 und 570.

[2] Henle l. c. p. 256.

[3] Ranke. Grundzüge der Physiologie, Leipzig 1872, p. 604.

[4] Herrmann. Grundriss der Physiologie. Berlin 1867, p. 263.

[5] Ch Bataille Nouvelles recherches sur la phonation. Paris 1861, p. 9, Pl. IV, Fig. 2.

[6] Kölliker. Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1867, p. 467.

[7] Luschka l. c. p. 121.

[8] E. Verson. Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfes und der trachea. Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. zu Wien, Mai 1868, p. 3.

Auch in Stricker's Gewebelehre. B. I, p. 460.

[9] Funke. Physiologie. B. II, p. 852.

[10] Verson. Zur Insertionsweise der Muskelfasern. Sitzungsber. der Wien. Akad. d. Wissensch. Jänner 1868.

[11] Harless. Handwörterbuch der Physiologie von Wagner. Bd. IV, 1853, p. 576.

[12] Merkel l. c. p. 1857, p. 144.

so vor, als ob die parallelen Fasern dieses Muskels kleine Nebenfasern besässen, die sich an die Sehnenscheiden, welche von der äusseren Hauptmembran sich einwärts zwischen die zunächst hinter ihr liegenden Muskelfasern schlagen, anheften".

Der Frage, ob Insertionen im Stimmbande existiren oder nicht, habe ich die grösste Aufmerksamkeit geschenkt und im Verlaufe dieses Wintersemesters eine grosse Menge Schnitte von Stimmbändern, aber nicht nur im Niveau der Glottis, sondern auch niedriger angefertigt. Die meisten Kehlköpfe waren von erwachsenen Menschen, viele auch von Neugebornen [1] und Kindern. Ausserdem habe ich Präparate von Hunden, Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen angefertigt.

Sämmtliche Kehlköpfe wurden entweder in einer weinfarbenen Lösung von Chromsäure, oder in Alkohol (95%) gehärtet; dann entweder nur der einfachen Carminfärbung oder der doppelten Carmin- und Picrinsäure-Färbung unterworfen; hernach in Parafin eingebettet und Schnitte so dünn, wie möglich, der ganzen Länge des Stimmbandes entsprechend gemacht.

An Kinderkehlköpfen, wo die Knorpel natürlich keine Verknöcherungspunkte bieten, und wo die Schnitte verhältnissmässig kleiner ausfallen, gelang das besser, als bei Erwachsenen, von denen Schnitte in der Regel viel dicker ausfielen.

Um diese dickeren Schnitte einer bestmöglichen mikroscopischen Untersuchung zugänglich zu machen, wendete ich als Aufklärungsmittel Nelkenöhl an. Eingeschlossen wurden die Präparate in einer Lösung von Mastix in Nelkenöhl, zu welchem Zwecke ich mir besondere Objectgläser verfertigte. Von den Schwierigkeiten, die diese Methode in Hinsicht der Einschliessung und des Verschlusses zur Aufbewahrung für die Dauer darbietet, werde ich im Anhange Näheres erörtern. Einstweilen sei nur gesagt, dass diese Methode glänzende Resultate gibt, indem

[1] Merkel (l. c. p. 163) hat Unrecht, den *processus vocalis* bei Neugebornen zu läugnen. Ich habe ihn immer angetroffen, und sowohl auf gewöhnlichem anatomischen Wege, als auch an meinen Schnitten dargestellt und demonstrirt. An diesen Schnitten ist der Fortsatz nicht zu übersehen. Beim einfachen Präpariren kann man ihn allerdings leicht wegschneiden, da er sich, je näher der Spitze des *processus vocalis*, desto weniger knorpelhart anfühlt.

Schnitte, so dick, dass sie mit keiner anderen, auch für das einfache Mikroscop, durchsichtig genug gemacht werden können, bei Anwendung dieser Methode ganz durchsichtig werden.

Die Präparate wurden mit dem einfachen Mikroscope und schwächerer Vergrösserung eines grossen Plössel'schen Mikroscopes angesehen. Dieses diente zur Orientirung über den Verlauf der Muskelfasern im Allgemeinen. Behufs der feineren Untersuchung, namentlich zum Auffinden der Endigung der Muskelfasern im Stimmbande wurden feine Schnitte gemacht, in Terpentin geklärt, mit Dammarlack eingeschlossen und mit Hartnack (Object. 5, Ocul. 4) angesehen.

Aus allen meinen Präparaten sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Dass im Niveau der *rima glottidis*, also an Schnitten die parallel der Oberfläche durch das Stimmband im engeren Sinne des Wortes [1] (Stimmritzenband) gehen, keine Insertionen in dasselbe vorhanden sind; sondern es gehen wirklich die Fasern ganz parallel dem scharfen Rande, indem sie näher zum Rande sehr fein werden, sehr dicht aneinander liegen, und mit ebenso parallel gehenden elastischen Fasern abwechseln. Dasselbe ist auch bei den oben erwähnten Thieren der Fall.

2. Dass aber gleich unter dem Niveau der *rima glottidis* und zwar in einer Höhe, in der noch der ganze *processus vocalis* und Luschka's vorderer Sesamknorpel gleichzeitig geschnitten sind, an Schnitten, die also unzweifelhaft noch dem Stimmbande im weiteren Sinne des Wortes gehören, — solche Insertionen ganz bestimmt existiren. Anfangs sieht man die innersten Faserbündel den Faserknorpelwulst nicht mehr erreichen, sondern zur *cartilago sesamoidea anterior* Luschka, die, wenn sie vorkommt, sich im vordersten und oberen Theile jedes Stimmbandes im engeren Sinne befindet, hinziehen. An tieferen Schnitten erreichen sie nicht einmal diesen Knorpel, sondern inseriren sich noch

[1] Wahres Stimmband im engeren Sinne des Wortes ist die dünne, aus elastischen und Bindegewebfasern bestehende Lamelle, welche coulissenartig vorspringt in dem Augenblicke, wo die Stimmritze zum Tönen verengt wird, wo das Stimmband ansprechen soll. Unter Stimmband im weiteren Sinne des Wortes verstehe ich das Stimmband der Anatomen.

früher, indem sie auch viel früher, d. h. vom Stimmbande schon beginnen. Am stärksten tritt dieses hervor in der Höhe, wo der Schnitt nicht mehr den *processus vocalis,* sondern nur noch die Basis der *cartilago arytaenoidea* trifft.

An feineren Schnitten, von denen ich sagte, dass sie mit Hartnack angesehen wurden, und die in einer Höhe gleich unter dem Niveau des Stimmbandes im engeren Sinne des Wortes geführt waren, habe ich deutliche Endigungen von Muskelfasern gefunden. Die Fasern boten Bilder dar, denen ganz ähnlich, welche von Rollett[1] und später von Biesiadecki[2] und Herzig im Innern der Muskeln, und im Bindegewebe endigend, beschrieben und abgebildet sind. Es verdünnen sich nämlich allmälig Muskelfasern, die im Stimmbande aufhören bis zur vollkommenen kegelförmigen Zuspitzung, indem sie entweder einfach, oder an ihrem Ende, wie nebeneinander liegende Finger, in zwei oder drei Zuspitzungen endigen. Diese Endigungsweise ist so charakteristisch, dass von einer Verwechslung mit schrägen Schnitten nicht die Rede sein kann.

M. ary-epiglotticus (Santorini)[3] oder *stratum ary-membranosum* (Merkel)[4].

Die *M. ary-epiglottici* bestehen aus den sich hinter dem *m. arytaenoideus transversus* kreuzenden Bündeln der *arytaenoidei obliqui autorum,* und den sich von diesen in die *plica ary-epiglottica* fortsetzenden Bündeln.

Ursprung. *Processus muscularis* einer Seite.

Mit dem oberen Theile der entgegengesetzten *c. arytaenoidea* sind sie theilweise fest, theilweise nur durch lockeres Bindegewebe verbunden.

---

[1] A. Rollet. Über freie Enden der quergestreiften Muskelfasern im Innern der Muskeln. Sitzungsber. der Wien. Akademie der Wissensch. Juni 1856, p. 180 (nebst 1 Taf).

[2] Alfred v. Biesiadecki und August Herzig. Die verschiedenen Formen von quergestreiften Muskelfasern. Sitzungsber. der Wien. Akad. der Wissensch. November 1858, p. 146 (nebst 3 Taf.).

[3] Santorini l. c. *M. ary-epiglottidaeus,* p. 111, Tab. 3, Fig. 1, lit. d, Fig. 2. lit. E.

[4] Merkel l. c. p. 145—146, Fig. 48, 12 und 13.

Insertion.

a) Membrana quadrangularis[1] der *plica ary-epigl.*	der entgegengesetzten Seite.
b) Seitenrand der *pars infrahyoidea epiglottidis*	

Es kommt vor, dass der Theil des Muskels, welcher sich in die *plica ary-epiglottica* begiebt, sowie auch die übrigen Insertionsbündel so wenig entwickelt sind, dass es eher scheint, man habe nur die *M. arytaenoidei obliqui* vor sich. — Auch habe ich die eigenthümliche Verbindung des *m. ary-epiglotticus* mit dem *m. thyreo-aryt. obliquus,* die Henle als besonderen Muskel aufführt, in einigen Fällen zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Nur waren in diesen Fällen die Muskelbündel immer sehr wenig entwickelt. Henle rechnet diesem Muskel, wie gesagt, noch den *m. thyreo-epigl.* hinzu, wozu aber, meiner Ansicht nach, kein Grund vorhanden ist.

Merkel beschreibt statt dieses Muskels zwei *strata: stratum ary-membranosum obliquum* und *rectum.*

Er sagt von beiden und dem *stratum thyreo-membranosum,* es seien alle drei dünne, platte Muskelbündel mit sehr wenigen vereinzelten Fasern, welche unmittelbar hinter der innern Schildknorpelfläche und unter der Schleimhaut, welche den *sinus pyriformis* überzieht, also namentlich in der äusseren Fläche der *membrana quadrangularis* sich verweben. Sie sollen die *epiglottis* gar nicht erreichen, sondern sich im Fettzellgewebe dieser Membran verlieren:

a) Stratum ary-membranosum obliquum (auswärts vom Folgenden).

Ursprung. *C. arytaenoidea,* in der Gegend der Insertion des *m. crico-arytaen. lateralis.*

---

[1] Die *membrana quadrangularis* ist der oberste Theil der *membrana laryngis elastica,* die den *larynx* auskleidet. Sie ist so genannt worden von Tourtual, und bildet die Grundlage der *plica ary-epiglottica.* Der mittlere Theil der *membrana laryngis elastica* ist sehr dünn und bildet die Grundlage des *sinus Morgagni.* Der unterste dickste Theil wird auch Stimmmembran (*Garcia*) genannt, weil er, den *m. thyreo-arytaenoideus internus* von innen bedeckend, das Stimmband bilden hilft.

Insertion. Mitte des *lig. ary-epigl.* oder „die *excisura c. thyreoideae*“.

Geht unter fast rechtem Winkel über oder durch die äusseren Fasern des *thyreo-aryt. ext.*

b) Stratum ary-membranosum rectum (einwärts vom Vorigen).

Ursprung. Spitze der Pyramide von derselben oder der entgegengesetzten Seite.

Insertion. *Plica ary-epiglottica* in der Nähe der *epiglottis*.

Das *stratum ary-membranosum rectum*, und ein Theil des *obliquum* zusammen bilden das, was wir unter *m. ary-epiglotticus* verstehen. Doch bin ich der Ansicht, dass die Muskelbündel häufiger bis zur *epiglottis* reichen, und tiefer liegen, als es Merkel angibt. Strahlt unser Muskel noch mehr seitwärts aus, so haben wir die übrige Portion des *stratum ary-membranosum obliquum*, deren Bündel sich anfangs zwischen denen des *m. thyreo-arytaenoideus ext.* durchschieben, und mit ihnen verflechten. Solche flache, seitwärts ausstrahlende Bündel habe ich nicht selten gesehen.

Wenn aber Merkel noch eine Insertion, namentlich „die *excisura thyreoidea*“ angibt, und den Muskel auch anfangs sehr oberflächlich verlaufen lässt, so sind diese oberflächlichen Bündel, wenn sie bis an den Schildknorpel reichen, als *m. thyreo-arytaenoideus superior* zu benennen.

Luschka[1] erwähnt auch des *stratum ary-membranosum*, und gibt an, dass es eine Schicht sei, die mit dem Blindsack des *sinus Morgagni* in Berührung komme, und die an ihrer Aussenseite theilweise vom *m. thyreo-arytaenoideus ext.* und *m. thyreo-epiglotticus* verhüllt sei. Wie es scheint, muss doch dieses *stratum* nach Luschka ein tieferes sein, als nach Merkel. Luschka nennt dieses *stratum* zusammen mit dem *m. ary-epiglotticus* — *constrictor vestibuli laryngis*.

Theile (Muskellehre in Sömmering's Anatomie p. 103) nennt den *m. ary-epiglotticus* zusammen mit dem *thyreo-epiglotticus* — *reflector epiglottidis*, und betrachtet sie beide als einen Muskel.

---

[1] Luschka l. c. p. 134.

M. thyreo-epiglotticus.

Luschka nennt diesen Muskel — *dilatator vestibuli laryngis*. Merkel[1] — *stratum thyreo-membranosum m. crico-thyreo-arytaenoidei*. Henle beschreibt ihn als Bestandtheil seines *thyreo-ary-epiglotticus*, und Santorini[2] endlich — nennt ihn *thyreo-epiglottidaeus major*, weil er ausserdem noch eines weniger constanten, näher zur vorderen Mittellinie des Kehlkopfes zu gelegenen, *m. thyreo-epiglottidaeus minor* erwähnt.

Ursprung. Winkel der *c. thyreoidea*, dicht neben und über dem *m. thyreo-arytaenoideus externus*.

Insertion.

a) *Membrana quadrangularis*.

b) Oberes Ende der *pars infrahyoidea epiglottidis*.

Einzelne Fasern sollen auch nach Luschka[3] sich zur *cartilgo Wrisbergii* hinziehen.

Manchmal setzen sich alle diese Fasern an die Convexität eines schief aufsteigenden Sehnenbogens an.[4]

B. Die weniger constant vorkommenden Muskeln des larynx.[5]

M. thyreo-arytaenoideus superior Santorini.[6]

Ursprung. Innere Fläche der *lamina thyreoidea* neben der *incisura superior* von einem Grübchen, welches sich hier befindet.

Insertion. Mit zwei Bündeln, in die er vor seiner Anheftung zerfällt, am *proc. muscularis*.

---

[1] Merkel l. c. p. 146, Fig. 48, 11.

[2] Santorini l. c. p. 111, Tab. 3, Fig. 1, lit. f, Fig. 2, lit. N.

[3] Luschka l. c. p. 136.

[4] Luschka l. c. p. 136, Taf. VII, Fig. XI, 8.

[5] Ich verweise hier auf das schon oft citirte Werk von Luschka, in welchem sich, Taf. VII, Fig. IV, eine mehr schematische Abbildung aller Muskelbündel, die an der Seitenwand des Kehlkopfes sich hinziehen, befindet. Diese Zeichnung wäre zu berücksichtigen, um sich besser die Verhältnisse der eigentlichen Kehlkopfmusculatur, wie sie beschrieben wurden, zu vergegenwärtigen.

[6] Santorini l. c. p. 106, Tab. 3, Fig. 1, lit. g, Fig. 2, lit. O.

Dieser Muskel ist von Santorini entdeckt und beschrieben. Es kann dieser Muskel aber auch niedriger entspringen, und sich mit dem oberen Bündel höher an dem lateralen Rande der *c. arytaenoidea* inseriren. Wenn aber Ursprung und Insertion gewöhnlich seltener so vorkommen, wie sie eben angeführt wurden, so findet er sich doch gewöhnlich durch einige Muskelbündel repräsentirt. Es lassen sich fast immer in den Fällen wenn auch gerade der Muskel in der nach Santorini beschriebenen Weise, die ich bestätigen kann, nicht vorhanden ist, Muskelbündel verfolgen, die von ihrem Insertionspunkte, dem *proc. muscularis*, zum Winkel der *c. thyreoidea* aufsteigen. Sie kreuzen sich also mit den Bündeln des *m. thyreo-arytaenoideus externus*. Der Ursprung wäre demnach hier viel näher zum Winkel der *cartilago thyreoidea*, und es gingen von hier aus anfangs die Bündel mit denen des *m. thyreo-epiglotticus* zusammen, und bildeten weiter den oberen Rand des *m. thyreo-arytaenoideus externus*, mit dessen Bündeln sie sich verflechteten, und endlich sich am *processus muscularis* inserirten.

Diese Muskelbündel sind demzufolge nicht zu verwechseln mit dem *stratum ary-membranosum*, welches, vom Giessbeckenknorpel angefangen, denselben Verlauf hat, aber im Allgemeinen tiefer gelegen ist, und, wie gesagt, mit dem Blindsack des *sinus Morgagni* im Zusammenhange steht.

In den Fällen, wo der Muskel nach der von Santorini angegebenen Weise verlief, habe ich diese Bündel regelmässig vermisst.

Der *m. thyreo-arytaenoideus superior* wurde von Ch. Bataille[1] *thyro-aryténoidien grêle* genannt, weil, wie er sagt, seine Insertion sehr schwer zu bestimmen sei, da sie in einem sehr fettreichen Gewebe durch eine sehr schmächtige Aponeurose zu Stande komme. Das ist auch wirklich nicht selten der Fall.

M. thyreo-arytaenoideus obliquus Santorini.[2]

Es ist seiner schon früher als eines selbstständigen Bündels vom *m. thyreo-arytaenoideus externus* erwähnt worden. (S. p. 263.)

---

[1] Ch. Bataille l. c. 1861, p. 6, Pl. IV, Fig. 1.

[2] Santorini l. c. p. 110, Tab. 3, Fig. 2, lit. Q.

Stratum ary-syndesmicum Merkel.[1]

Ist, wie schon besprochen wurde, entweder das unterste Bündel des *m. thyr. aryt. ext.*, oder das oberste des *m. crico-aryt. lateralis*, oder liegt als selbstständiges zwischen beiden. (Siehe p. 263.)

Musculus teres Santorini.[2]

Henle fand diesen Muskel immer in Verbindung mit dem Santorinischen *m. thyreo-arytaenoideus superior*. Auch Luschka sagt dasselbe. Nach letzterem steigt er vertical hinter dem Schildknorpel herab und inserirt sich neben dem *lig. conoideum* an der *cartilago thyreoidea*, oder auch an dem *ligamentum* selbst, manchmal sogar an dem Bogen der *c. cricoidea*.

Nach Santorini:

Ursprung. Innere Fläche der *c. thyreoidea* unter dem oberen Rande.

Insertion. Dieselbe innere Fläche der *c. thyreoidea* gleich über der Insertion des *m. crico-thyreoideus* neben dem Seitenrande der *c. thyreoidea*.

Der Verlauf des Muskels, wie ihn Luschka[3] beschreibt, wäre also nach unten und vorne, wogegen Santorini ihn nach unten und hinten gehend abbildet.

Jedenfalls muss der Muskel selten genug vorkommen, wenn Niemand die Angabe von Santorini vollkommen bestätigt. Ich habe diesen Muskel nicht gesehen.

M. kerato-cricoideus (Merkel,[4] Henle) oder auch *m. crico-thyr. post.* (Bochdalek,[5] Luschka).

Kommt häufig vor, aber gewöhnlich nur an einer Seite.

Ursprung. *Cart. cricoidea* gleich nach innen von der *articulatio crico-thyreoidea*.

---

[1] Merkel l. c. p. 139.

[2] Santorini l. c. Tab. 3, Fig. 1, lit. b. Fig. 2, lit. M, p. 104.

[3] Luschka l. c. p. 126.

[4] Merkel l. c. p. 132, Fig. 44.

[5] Bochdalek. Österreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde 1860, Nr. 4, p. 51 (nebst Abbildung).

Insertion. Hintere Seite des *cornu inferius c. thyreoideae.*

M. ary-corniculatus obliquus Luschka.[1]

Ursprung. Medialer Umfang eines *proc. muscularis.*

Insertion. Spitze der entgegengesetzten *cartil. Santorini.*

Beide Muskeln kreuzen sich hinter dem *m. arytaenoideus transversus,* und würden also auch einen Bestandtheil des *arytaenoideus obliquus autorum* bilden.

M. ary-corniculatus rectus Luschka.[2]

Ursprung. Concave, hintere Fläche der *c. arytaenoidea.*

Insertion. Perichondrium der unteren concaven Seite der *cartilago Santorini.*

C. Anomale Muskeln und Muskelbündel.

1. **M. crico-corniculatus** Tourtual.[3]

Entspringt vom oberen Rande der Platte der *cart. cricoidea,* geht hinter dem *m. arytaenoideus transversus* schräg aufwärts zur rechten oder linken *cart. Santorini.* Varietät des *ary-corniculatus obliquus.*

2. **M. thyreoideus transversus anomalus** Gruber.[4]

Zwischen beiden *processus marginales* vor dem *ligam. conoideum.* 1 Mal. Affenbildung.

Ursprung und Insertion. Längs der ganzen *incisura inferior media* und von den beiden *processus marginales,* theilweise auch vom *lig. conoideum.*

3. Nicht selten soll aber nach Luschka (l. c. p. 128) der vorige Muskel nur einseitig vorhanden sein, dann ist:

Ursprung. *Processus marginalis.*

---

[1] Luschka l. c. p. 137, Tab. VII, Fig. II, 6.

[2] Luschka l. c. p. 138, Taf. VII, Fig. III, 4.

[3] Henle l. c. p. 257, Fig. 183 x. Tourtual. Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. 1846, p. 105.

[4] W. Gruber. Oesterreichische med. Jahrbücher. Bd. 52, Wien 1845. p. 148, Fig. 8, Nr. 4.

Insertion. Mitte des unteren Randes der *cartil. thyreoidea.* Er geht quer über das obere Ende des *m. crico-thyreoideus rectus.*

4. **M. crico-thyreoideus post. anomalus** Macalister.[1]

1 Mal, rechte Seite.

Kleiner, viereckiger, steil medianwärts über den *crico-thyreoideus obliquus* ansteigender Muskel.

Ursprung. Hintere Grenze des Bogens der *cartilago cricoidea.*

Insertion. Aussenfläche der *cart. thyreoidea.*

5. **M. kerato-arytaenoideus** Gruber.[2]

Ein Bündel, welches von der medianen Seite des *cornu breve* entspringt, und sich an den seitlichen Rand des *m. crico-arytaenoideus posticus* anschliesst.

Insertion. *Processus muscularis.* Varietät des *m. kerato-cricoideus.*

6. **M. thyreo-trachealis** Gruber.[3]

Vom seitlichen Theil des mittleren Ausschnittes des unteren Randes der *cart. thyreoidea* zwischen den *musculis crico-thyreoideis rectis.* Ist einfach oder doppelt, oder zweiköpfig.

Insertion. An einem der oberen neun Ringe der *trachea* mit einer Aponeurose.

7. **M. levator glandulae thyreoideae.**[4]

Besteht nach Luschka aus denselben Muskelbündeln, die sich aber nicht an der *trachea,* sondern am *isthmus glandulae thyreoideae* inseriren.

---

[1] Luscka l. c. p. 128 und A. Macalister. Royal Irish Academy 1866. Vol. IX, Pl. VI, Fig. 3.

[2] W. Gruber. Archiv für Anatomie und Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Leipzig 1868, p. 640. Taf. XV *C. a.*

[3] W. Gruber. Bulletin de l'acad. impér. de sciences de St. Pétersbourg 1861. III. 478—482, Fig. 1*u*, 2*a*.

[4] Nach Gruber entspringt dieser Muskel von verschiedenen Stellen des Schildknorpels, nach J. F. Meckel aber vom unteren Rande der *cart. thyreoidea.*

8. Bündel, die vom *m. thyreo-arytaenoideus superior* in den *crico-arytaenoideus posticus* übergehen, und sich seinen Bündeln zugesellen.[1]

9. Bündel vom *arcus cartilaginis cricoideae* (neben dessen Mitte entspringend, und neben dem medialen Rande des *m. crico-thyreoideus* verlaufend), die schräg nach aussen hinauf über den lateralen Rand der *cartilago arytaenoidea* hinter dem *m. arytaenoideus transversus* zur *cartilago arytaenoidea* der entgegengesetzten Seite hinziehen. Sehr selten.[2]

10. Bündel vom oberen Rande der *c. thyreoidea* (Mitte), gehen in die Faserung des *m. arytaenoideus transversus* über, um sich am lateralen Rande der entgegengesetzten *c. arytaenoidea* zu inseriren. Rarität.[3]

11. Bündel vom *m. arytaenoideus transversus*, die vom lateralen Rande der *c. arytaenoidea* steil medianwärts an der hinteren Fläche dieses Knorpels bis zu seiner Spitze ansteigen. Selten.[4]

12. Bündel des *m. arytaenoideus transversus* (von einer oder beiden Seiten), die den lateralen Rand der *c. arytaenoidea* überschreiten und in den *thyreo-arytaenoideus* übergehen. Varietät des *m. thyreo-arytaenoideus obliquus Santorini.*[5]

13. Bündel vom *m. crico-thyreoideus obliquus* in den *m. laryngo-pharyngeus* übergehend.[6]

14. Bündel vom *m. palato-pharyngeus*, die sich dem *m. ary-epiglotticus* und *m. thyreo-epiglotticus* zugesellen und bis zu deren Ursprunge verlaufen.[7]

15. **M. thyreo-epiglotticus minor** Santorini.[8]

Ursprung. Neben dem oberen Rande des Schildknorpels nach innen zu. Geht vor der Insertion des *arcus pharyngo-epiglotticus* fast vertical hinauf.

---

1 Luschka l. c. p. 126 und Merkel l. c. p. 145, Fig. 47 *a-g*.
2 Luschka l. c. p. 125.
3 Luschka l. c. p. 118.
4 Luschka l. c. p. 118.
5 Luschka l. c. p. 117.
6 Henle l. c. p. 251.
7 Henle l. c. p. 253.
8 Santorini l. c. p. 112, Tab. 3, Fig. 2, lit. P.
Theile (die Lehre von den Muskeln in Sömmering's

Insertion. Unterer Seitentheil der *epiglottis*. Selten.

16. **M. thyreo-epiglotticus longus** Krause. Eine seltene Varietät. Wenn der *thyreo-epiglotticus major Santorini* durch Muskelbündel verstärkt wird, die ihren Ursprung neben dem unteren Horne der *c. thyreoidea*, oder sogar von der *c. cricoidea* nehmen.[1]

17. Bündel des *crico-aryt. lateralis*, die sich am *proc. muscularis* dem *m. ary-epiglotticus Santorini* anschliessen.[2]

18. Ein Bündel des *thyreo-aryt. externus*, welches oberflächlich die Fasern des *m. thyreo-ary-epiglotticus* von Henle kreuzend, zur *cart. corniculata* verlief. 1 Mal.[3]

Physiologischer Theil.

Der zum Einathmen weit geöffnete Kehlkopf.

Wenn man mittelst des Kehlkopfspiegels den zum Einathmen erweiterten Kehlkopf betrachtet, so sieht man die *cornua laryngis (cartilagines Santorini)* weit von einander entfernt, und die Form der Stimmritze zeigt, dass die Giessbeckenknorpel nicht nur mit ihren Stimmfortsätzen, sondern in ihrer ganzen Masse zur Seite gezogen, und so von einander entfernt sind. Die Stimmritze ist nicht lanzettförmig, sie ist nach hinten weit ausgerundet, und erst vom Stimmfortsatze an convergiren ihre Ränder, hier die wahren Stimmbänder, in gerader, oder nach innen leicht concaver Linie nach vorn.

Die Ansicht, dass die Einathmungsstellung insofern der Kehlkopf dabei wirklich geöffnet ist, eine rein passive sei, findet

---

Anatomie. Bd. III, 1. Abth. 1841, p. 98) zweifelt an der Existenz dieses Muskels, weil er in einem Falle, wo er diesen Muskel vor sich zu haben glaubte, ihn bei näherer mikroscopischer Untersuchung nicht mehr als Muskel ansprechen durfte.

[1] Henle l. c. p. 253.

[2] Henle l. c. p. 255.

[3] Henle l. c. p. 255, Fig. 183. *y*.

ihre Widerlegung in den Veränderungen, welche der Kehlkopf bei Durchschneidung seiner sämmtlichen motorischen Nerven erleidet.

Es versteht sich von selbst, dass die *M. arytaenoidei transversi* und *obliqui* erschlafft sein mussten, um zu gestatten, dass die Giessbeckenknorpel sich von einander entfernen konnten, und dass Letzteres durch Muskelwirkung zu Stande gebracht sein müsse. Es kann sich nur darum handeln, welche Muskeln sich an dieser Arbeit betheiligen.

Als Eröffner der Stimmritze gilt der *m. crico-arytaenoideus posticus*, während der *m. crico-arytaenoideus lateralis* als ein Verengerer der Stimmritze beschrieben wird. Er ist dieses, wie wir später sehen werden, allerdings unter gewissen Umständen. Wenn er aber gleichzeitig mit dem *m. crico-arytaenoideus posticus* wirkt, u. zwar so, dass letzterer das Übergewicht hat, so wird seine drehende Wirkung auf den Giessbeckenknorpel durch die des *m. crico-arytaenoideus posticus* überwogen, und letzterer wendet den Stimmfortsatz nach aussen.

Ausser ihrer drehenden Wirkung ziehen aber beide Muskeln den *processus muscularis* des Giessbeckenknorpels und damit den Giessbeckenknorpel selbst, nach abwärts. Hierin sind sie keine Antagonisten, sondern gleichsinnig arbeitende Muskeln. Dass der *m. crico-arytaenoideus lateralis* hierbei mitwirkt, wird dadurch wahrscheinlich, dass seine Fasern an Leichenkehlköpfen gleichfalls erschlafft und geknickt werden, wenn man diese Bewegung ausführt, obgleich auch weniger, als die des *m. crico-arytaenoideus posticus*. Es scheinen seine gespannten Fasern als Leitseile zu dienen, während der Hauptzug nach abwärts und die Wendung des Giessbeckenknorpels durch den *m. crico-arytaenoideus posticus* bewirkt wird.

Die Folge dieses Zuges ist bei der Schlaffheit des Kapselbandes, durch welches Ring- und Giessbeckenknorpel mit einander verbunden sind, das nach Ab- und Auswärtsrutschen des letzteren auf der nach aussen schräg absteigenden, convexen Gelenkfläche [1] des Ringknorpels.

---

[1] Eine kurze, aber gute Schilderung des Wesentlichen über die *articulatio crico-arytaenoidea* siehe in Vierordt's Grundriss der Physio-

Das *ligamentum triquetrum*,[1] dessen Fasern, bei verengter Stimmritze, parallel dem Stimmbande, also parallel dem medianen Durchmesser des Kehlkopfes stehen, wird hierbei so nach aussen gewendet, dass seine Fasern nun tangential stehen zu der hinteren Rundung der Stimmritze.

Ihre Verlängerung würde also mit denen der anderen Seite nunmehr einen stumpfen Winkel machen.

Wenn wir gesehen haben, dass hier der *crico-arytaenoidaeus lateralis* mit dem *crico-arytaenoidaeus posticus* zur weiten Eröffnung der Stimmritze behufs des Einathmens beitragen kann, so gilt dieses nicht von dem ihm benachbarten *m. thyreo-aryt. externus*. Bei diesem kommt die etwa nach abwärts ziehende Componente, die ausserdem nur den untersten Faserbündeln eigen sein könnte, gegen die mächtige drehende Wirkung gar nicht in Betracht. Er würde bei seiner Zusammenziehung immer nur den Stimmfortsatz nach innen wenden. Er muss im Gegentheil in der Einathmungsstellung erschlafft sein, denn nur dadurch ist es möglich, dass der nach innen von ihm liegende Stimmfortsatz sich so weit nach aussen wendet, wie er es der directen Kehlkopfspiegel-Beobachtung nach thut.

Auch das *stratum ary-syndesmicum* wird erschlafft sein, denn bei dem Umstande, dass es schon oberhalb des Ringknorpels

---

logie des Menschen. Tübingen 1871, p. 462. Eine sehr ausführliche Schilderung der Verhältnisse dieses Gelenkes ist zu finden im Handwörterbuch der Physiologie von Wagner. B. IV, München 1853, in der Abhandlung über Stimme von E. Harless.

[1] Das *ligamentum triquetrum*, oder *lig. crico-arytaenoideum*, ist nach Henle (l. c. pag. 241) eine Verstärkung der sonst sehr schwach entwickelten Kapselmembran der *articulatio crico-arytaenoidea*. Es ist ein sehr starkes Band, welches sich an der inneren Seite dieses Gelenkes befindet. Harless (l. c.) theilt dieses Band in zwei Theile, *portio triangularis*, *s. posterior* und *portio rectangularis*, *s. interna*.

Es ist namentlich letztere Portion, deren Durchschnitt ich in Fig. I, *i* abgebildet habe. Auch ist es sie, welche hauptsächlich zu berücksichtigen ist, wenn ich weiter vom *lig. triquetrum* spreche. Sie bestimmt nämlich die Entfernung des hinteren, inneren, unteren Winkels des Giessbeckenknorpels von der zunächst der Medianebene liegenden Region des hinteren, inneren Saumes des oberen Randes des Ringknorpels, an welchen sie sich anheftet.

liegt, und als Unterlage keinen Knorpel, sondern nur die *membrana laryngis elastica* hat, kann es nicht zur Erweiterung, sondern nur zur Verengerung des Lumens des Kehlkopfes beitragen. Wenn man sich die *strata ary-syndesmica* beider Seiten durch das *ligamentum conoideum* verbunden denkt, so bilden sie eine Schlinge, welche sich um den Kehlkopf zusammenzieht, und dabei zugleich die Giessbeckenknorpel in dem Sinne dreht, dass die Stimmfortsätze gegen einander gedrückt werden.

Auch der *m. crico-thyreoideus* muss erschlafft sein, oder er muss wenigstens so wenig zusammengezogen sein, dass der Schildknorpel dem Zuge des Stimmbandes nach rückwärts folgt, oder wenn man will, die Siegelplatte des Ringknorpels dem Zuge nach vorwärts; denn bei der Einathmungsstellung ist die Entfernung zwischen der Siegelplatte des Ringknorpels und dem vorderen Winkel des Schildknorpels kleiner, als bei verengerter Stimmritze und gespannten Stimmbändern.

Im letzteren Falle wird nämlich diese Länge durchmessen durch das wahre Stimmband, den im Stimmbande liegenden Theil des Giessbeckenknorpels und das *lig. triquetrum* (Vergl. Fig. I). Alle drei bilden mit einander eine gerade Linie. Bei der Einathmungsstellung aber werden Giessbeckenknorpel und *lig. triquetrum* nach aussen gewendet, so dass sie mit dem Stimmbande einen Winkel machen. Die Entfernung aber der Siegelplatte des Ringknorpels vom Winkel des Schildknorpels wird noch immer gemessen durch eine gerade Linie, welche vom Ursprunge des *lig. triquetrum* zum Ansatze des wahren Stimmbandes gezogen gedacht wird; und da eine Seite eines Dreieckes immer kleiner ist, als die Summe der beiden andern, so muss jetzt die erwähnte Entfernung kleiner sein, als sie ist bei verengerter Stimmritze und gespannten Stimmbändern. Dasselbe was vom *m. crico-thyreoideus* gesagt ist, gilt auch vom *m. thyreo-aryt. internus*. Denn auch dieser würde, wenn er sich wirksam zusammenzöge, den Winkel, welchen die innere Begrenzung des Giessbeckenknorpels mit dem Stimmbande macht, in eine gerade Linie verwandeln.

Von der mehr oder weniger vollständigen Erschlaffung dieser beiden Muskeln hängt es wahrscheinlich ab, dass in der

Einathmungsstellung die Stimmbänder bald gradlinig, bald concav erscheinen.

Es ist klar, dass in unserem Falle der *m. aryt. transversus* erschlafft sein muss, weil die beiden Giessbeckenknorpel weit von einander entfernt sind. Es ist überhaupt zweifelhaft, ob der *m. aryt. transversus* jemals in der Weise, wie es sich Cruveilhier[1] vorstellt, in Action tritt, da der *m. aryt. transversus* an der hinteren Fläche der Giessbeckenknorpel liegt, und vom äusseren, lateralen Rande des einen zum äusseren Rande des anderen hingeht, so muss er immer das hintere, am *lig. triquetrum* angeheftete Ende beider gegen einander drängen, nur die *proc. vocales* könnte er durch Rotation der Giessbeckenknorpel um eine senkrechte Axe von einander entfernen, und so stellt es sich auch Cruveilhier offenbar vor. Es würde das aber eine Stimmritze geben, die hinten, so weit das *lig. triquetrum* reicht, geschlossen ist, die sich dann lanzettförmig ausweitert bis gegen das Ende des Stimmfortsatzes, so dass dann die Stimmbänder im engeren Sinne des Wortes die langen Seiten der Lanzettform bildeten, und deren Spitze zwischen sich einschlössen. Ich weiss nicht, ob eine solche Stimmritzenform jemals beobachtet ist, ich habe sie nie gesehen.

Cruveilhier erwähnt übrigens selbst, dass viele Anatomen die entgegengesetzte Wirkung für diesen Muskel an-

---

[1] J. Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive. T. II. Paris 1865—1868, p. 253. Action du muscle aryténoidien. „Il semble au premier abord, que ce muscle doive rapprocher énergiquement les deux cartilages aryténoides l'un de l'autre, et qu'il soit en conséquence le constricteur de la glotte; mais si l'on considère qu'il s'insère aux bords externes de ces cartilages, on comprendra que, tout en les rapprochant l'un de l'autre, il leur fasse exécuter un mouvement de bascule en vertu duquel le sommet de l'apophyse vocale est porté en dehors et la corde vocale tendue, mais écartée de l'axe. Si l'on se rappelle que le thyro-aryténoidien fait exécuter un mouvement de bascule en sens opposé, on comprendra que l'action simultanée de ces muscles doit avoir pour résultat la tension de la corde vocale avec immobilité de l'apophyse. Les deux muscles aryténoidien et thyro-aryténoidien sont donc antagonistes sous le rapport du sens dans lequel se fait le mouvement de bascule. Tous deux sont tenseurs des cordes vocales; mais l'aryténoidien est un dilateur et le thyro-aryténoidien un constricteur."

nehmen. Er erwähnt auch der Versuche von Longet[1] die auch gegen seine Ansicht sprechen. Longet hat nämlich an Thieren (Hunden, Ochsen und Pferden) die Nervenbündel, welche zum *m. arytaenoideus transversus* gehen, elektrisch gereizt, und gesehen, dass die *glottis* sich verengerte, und die Aryknorpel sich mit Gewalt einander näherten.

Die zum Tönen verengte Stimmritze.

Wenn man sich denkt, dass der *m. crico-thyreoideus* mit mässiger Kraft wirke, und alle übrigen Muskeln vorläufig erschlafft seien, so wird das Stimmband von hinten nach vorne gradlinig ausgespannt, und seine Kante wird im vorderen Theile gebildet durch die *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes, dann folgt der Giessbeckenknorpel, dann das sich rückwärts an den Ringknorpel ansetzende *lig. triquetrum.* (S. Fig. I, *g—g.*)

Die festen Punkte liegen also einerseits in dieser Insertion, andererseits in der Anheftung des Stimmbandes im Winkel des Schildknorpels. Da die Insertionen beider Seiten nahe bei einander liegen, so muss bei gradliniger Spannung der Stimmbänder zwischen beiden ein schmaler Spalt, *rima glottidis*, entstehen.

Wenn man indessen an der Leiche die stumpfe Kante des Stimmbandes betrachtet, so begreift man kaum, wie dasselbe durch die herausströmende Luft mit solcher Leichtigkeit und Sicherheit in Schwingungen versetzt werden kann, wie das im Leben thatsächlich der Fall ist.

Die Beobachtung am Lebenden zeigt auch, dass während des Tönens das Stimmband wesentlich anders gestaltet ist, als an der Leiche. Im Augenblicke, wo es anspricht, sieht man eine dünne, scharfe Kante vorspringen, welche vom Luftstrom erfasst und in Schwingungen versetzt wird. Die Mechanik, mittelst welcher dieses geschieht, kennen wir nicht mit Sicherheit. Wir können darüber nur Vermuthungen aussprechen.

---

[1] Longet. Traité de physiologie. T. I. 2e partie. De la voix.

Wenn man den Kehlkopf einer Leiche zum Anblasen zurichten will, so muss man die Stimmfortsätze gegen einander wenden, und dann eine starke Nadel quer durch die beiden Giessbeckenknorpel hindurchstossen, und die letzteren durch Achtertouren um sie und die Nadel in ihrer Lage fixiren, wie das bereits Johannes Müller[1] bei seinen Versuchen that. Man muss hiernach vermuthen, dass auch im Leben dem *processus vocalis* in der tönenden Stimmritze eine relativ feste Stellung durch Muskelwirkung angewiesen ist. Eine absolut feste kann es nicht sein, weil bei den tieferen Tönen das Stimmband als Ganzes schwingt und somit auch der Stimmfortsatz in Bewegung gesetzt werden muss. Dass dieses in der That geschieht, kann ich nach meinen eigenen Kehlkopfspiegel-Beobachtungen bestätigen. Diese relativ feste Stellung kann ihm gegeben werden in erster Reihe durch den *m. crico-thyreoideus*, zunächst durch den *m. thyreo-arytaenoideus internus*, aber auch unter Mitwirkung des *m. thyreo-aryt. externus.* Wir müssen hier schon den *m. thyreo-aryt. internus* in zwei strata theilen: in ein *stratum internum* und in ein *stratum externum*, wie wir es schon theilweise im anatomischen Theile in Hinsicht der Insertion gethan haben. In der Höhe des Stimmbandes macht nämlich der Stimmfortsatz einen fast rechten Winkel mit dem Durchschnitte des Körpers des Giessbeckenknorpels. Der Durchschnitt ist in Fig. I dargestellt. Wenn man hier die Fasern des *ligam. triquetrum* sich nach vorn verlängert denkt, so fallen sie in die Richtung des *stratum internum*, welches von der äusseren Partie des Stimmfortsatzes und dessen Übergang zur *fovea ovalis* entspringt. (Fig. I, *i.* 1—1.) Dieser Theil des *m. thyreo-arytaenoideus internus* dreht also den Giessbeckenknorpel nicht, sondern zieht ihn nach vorn, oder sucht nur den Giessbeckenknorpel und Schildknorpel einander zu nähern. Der andere Theil des Muskels, das *stratum externum* aber, welches aus der *fovea ovalis* entspringt, hat diese seine Ursprünge nach aussen vom *lig. triquetrum* (Fig. I, 2—2), und dreht desshalb den Giess-

---

[1] Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. II, Coblenz 1840 p. 185.

beckenknorpel um die Anheftung desselben, und zwar so, dass der *processus vocalis* nach innen gewendet wird. Zur relativen Feststellung des *processus vocalis* können ausserdem die übrigen Muskeln mitwirken, welche sich am Giessbeckenknorpel anheften.

Die *M. arytaenoidei transversi* müssen dabei als verkürzt gedacht werden, weil die Giessbeckenknorpel einander genähert sind. Man hat ihnen aber hier keine besondere Kraftleistung zuzutrauen, wie wir solches später beim Verschlusse des Kehlkopfes kennen lernen werden, da die Giessbeckenknorpel schon passiv durch die Anspannung des Stimmbandes und des *ligamentum triquetrum* einander genähert werden. Die *M. arytaenoidei transversi* müssen sogar unter Umständen etwas nachgeben, und die Giessbeckenknorpel nach hinten etwas von einander treten lassen. Ich habe bei den tiefsten Tönen der Weiberstimme deutlich beobachtet, dass die Stimmritze sich nach rückwärts von den Enden der Stimmfortsätze erweiterte. Ich erkläre mir dieses so, dass die Stimmfortsätze nach innen gewendet sein mussten, damit die Stimmbänder leicht und sicher ansprechen, und dass sie sich andrerseits doch nicht berühren durften, damit noch das Stimmband als Ganzes bis zum Ansatz des *ligamentum triquetrum* am Ringknorpel schwingen könne. Die *M. arytaenoidei obliqui* scheinen bei tönender Stimmritze in der Regel nicht, oder nur mässig zusammengezogen zu sein, denn sonst würde voraussichtlich auch ihre Fortsetzung, die *musculi aryepiglottici*, sich contrahiren, und den Kehldeckel herabziehen, was in der Regel nicht der Fall ist.

Wenn man sich so den Stimmfortsatz nach innen gewendet, und relativ fixirt denkt, ohne dass er gegen den der anderen Seite angepresst ist, so kann die Stimmbandkante schärfer hervorspringen, als solches bei frei beweglichem Giessbeckenknorpel der Fall ist, denn nun spannen sich einerseits die Fasern, welche von seiner Spitze zu Luschka's vorderem Sesamknorpel gehen, parallel mit der Medianebene des Kehlkopfes an, und andererseits schieben die in der Ruhelage nach aussen convex gebogenen Fasern des *stratum internum* des *musculus thyreo-aryt. internus*, indem sie sich gerade richten, alles von ihnen nach innen Liegende der Medianebene zu, so die elastischen und Bindewebsfasern der *chorda vocalis* im engeren

Sinne des Wortes und den vorderen Sesamknorpel, an dessen äusserer Seite sich ein Theil von ihnen befestigt. Dieser vordere Sesamknorpel kann dadurch gegen den der anderen Seite gedrängt, und so die *rima glottidis* an ihrem vorderen Ende so weit verengt werden, als es die Tonbildung erheischt. Ob möglicherweise ein Unterschied in dem Grade dieses Aneinanderdrängens bei tiefen und bei hohen Tönen zu erwarten ist, wird später besprochen werden.

Der *musculus thyreo-arytaenoideus* gilt allgemein als Erschlaffer des Stimmbandes, und als Antagonist des Spanners desselben, des *m. crico-thyreoideus*, und das ist er auch in der That.

Es würde aber irrthümlich sein, wenn man voraussetzen wollte, dass er niemals gespannt sein könnte, ohne dass das Stimmband erschlafft sei. Erschlaffen kann er das Stimmband nur dann, wenn ihm sein Antagonist, der *m. crico-thyreoideus*, nachgibt. Solange dieses nicht der Fall ist, ist immer das Stimmband gespannt, und zwar durch die Differenz der Kräfte, welche wir erhalten, wenn wir von den Kräften, welche die Anheftung des Stimmbandes an den Schildknorpel von der des *lig. triquetrum* an den Ringknorpel zu entfernen suchen, die Kräfte abziehen, welche diese Punkte einander zu nähern trachten. Es gilt dies zunächst für das *stratum internum* des *thyreo-aryt. internus*. Die drehenden Wirkungen des *stratum externum* und des *m. thyreo-aryt. externus* können unbeschadet der Spannung der Stimmbänder in Wirksamkeit treten, soweit sie nicht dadurch einigermassen gehemmt sind, dass der Stimmfortsatz sich im angespannten Stimmbande stets nach vorn zu richten sucht. Es kommt dies übrigens für den *m. thyreo-arytaenoideus* nur dann in Betracht, wenn die Stimmfortsätze, wie wir dieses oben für tiefe Töne gesehen haben, im stumpfen Winkel vorspringen, ohne sich zu berühren, oder wenn ein Stimmband gelähmt ist, und das andere desshalb über die Mittellinie hinaus bewegt wird, um die Stimmritze noch zum Tönen zu verengern.

Der Verschluss der Stimmritze.

Die Stimmritze kann selbstständig und für sich fest verschlossen werden, ohne dass die obere Kehlkopföffnung verschlossen ist. Dieser Verschluss wird vorübergehend überaus

häufig gebildet, so beim Sprechen, bei oder vielmehr vor der Bildung der anlautenden Vocale, im Arabischen auf das Zeichen Hamze[1], auch im In- und Auslaut. Er scheint auch zu entstehen beim Ansatz zum Vomiren, denn mit dem Laut, der dabei entsteht, wird das Ain[2] der Araber verglichen, welches nachweislich dadurch hervorgebracht wird, dass man die Stimmritze verschliesst, und dann die Luft in kleinen tönenden Explosionen hindurchdrängt.

Der Verschluss der Stimmritze lässt sich am leichtesten aus der zum Tönen verengten Stimmritze ableiten. Denkt man sich die *M. arytaenoidei transversi* zusammengezogen, und den *m. thyreo-aryt.* zusammenwirkend mit dem *stratum ary-syndesmicum* und dem *m. crico aryt. lateralis*, so wird hierdurch die sogenannte *Glottis respiratoria*, d. h. der Raum zwischen den beiden Giessbeckenknorpeln und den beiden *ligam. triquetris* geschlossen; denn hinten werden die beiden Giessbeckenknorpel aneinander gedrängt durch die *M. arytaenoidei transversi*, und vorn werden die Stimmfortsätze aneinandergedrängt durch das Zusammenwirken der übrigen erwähnten Muskeln. Es scheint mir nicht nothwendig, dass bei dieser Action die *M. crico-arytaenoidei postici* erschlafft seien. Wenn die Action mit einiger Kraft durchgeführt wird, so sind sie es vielleicht nicht; denn es ist, wie oben erwähnt, ein allgemeiner Grundsatz, dass bei Anstrengungen alle Muskeln, welche zur Erreichung des Zieles beitragen können, auch mitarbeiten, und die *M. crico-aryt. postici*, namentlich die oberen Fasern derselben haben eine Componente, welche die Giessbeckenknorpel gegen einander drängt. Es scheint auf den ersten Anblick ein Widerspruch darin zu liegen, dass hier der *m. crico-aryt. posticus* und *lateralis* zusammen wirken sollen, während wir sie auch zusammen wirken liessen bei der weiten Eröffnung des Kehlkopfes. Man darf aber nicht vergessen, dass bei dieser die *M. arytaenoidei transversi* und der *m. thyr. aryt. externus* erschlafft waren, während sie

---

[1] Vergleiche Beiträge zur Lautlehre der arabischen Sprache v. Prof. E. Brücke. Sitz. der Wiener Akad. d. W. 1860. April (phil.-hist. Classe) p. 329.

[2] Brücke, vergleiche l. c. p. 332.

jetzt zusammengezogen sind. Durch Letzteres wird es unmöglich, dass die nach abwärts ziehenden Componenten des *m. crico-arytaenoideus posticus* und *lateralis* den Giessbeckenknorpel auf der schrägen Gelenkfläche nach abwärts schleppen, und so den einen von dem anderen entfernen.

Die *glottis vocalis* wird offenbar geschlossen durch die Wirkung des *m. thyreo-arytaenoideus internus.* Nicht nur, dass er die Stimmfortsätze gegen einander drängt, er drängt auch die *chordae vocales* im engeren Sinne des Wortes gegen einander, und ebenso die Schleimhaut, welche nach abwärts auf das eigentliche Stimmband folgt, und sich schon durch die eingestreuten Schleimdrüsen (siehe Fig. I, *h*) unterscheidet. Es muss hier wiederholt werden, dass zwar in die *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes keine Muskelfasern hineingehen, dass aber unmittelbar unter derselben solche in der Bedeckung des Stimmbandes ihre Insertionen finden, und zwar einerseits vor dem *proc. vocalis,* andererseits in der Nähe des vorderen Endes des Stimmbandes. Bei den Katzen existirt hier sogar ein eigener, deutlich getrennter Muskel, welchen ich in Fig. II, 1—1, abgebildet habe.

Diese Muskelfasern sind begreiflicherweise im erschlafften Zustande gegen den Rand des Stimmbandes hin concav; wenn sie sich aber zusammenziehen, so müssen sie sich, vorausgesetzt, dass der Schildknorpel durch den *m. crico-thyreoideus* fixirt ist, strecken, und damit die nach innen von ihnen liegenden Bedeckungen gegen einander drängen. Hierdurch, und durch das stärkere Aneinanderdrängen der Sesamknorpel durch die Wirkung der weiter nach aussen liegenden Partie des *m. thyreo-arytaenoideus internus* scheint der Verschluss der *glottis vocalis* zu Stande zu kommen. Es ist nicht bekannt, wie weit dieser Verschluss nach abwärts reicht. Es ist auch nicht bekannt, wie weit die Verdickung, welche der *m. thyreo-arytaenoideus internus* bei seiner Contraction erfährt, für denselben mitwirkt. Es scheint indessen nicht, dass die letztere für ihn sehr wesentlich in Betracht komme, denn ein Muskel kann sich nur verdicken in dem Grade, als er sich verkürzt. Man sieht aber die Stimmritze sich schliessen und sich wieder zum Tönen eröffnen, anscheinend ohne einen merklichen Wechsel in der Spannung der Stimmbänder,

und eine solche müsste sich bei einer belangreichen Verkürzung des *m. thyreo-arytaenoideus internus* doch bemerklich machen.

Das Aufsteigen in der Tonhöhe.

A. Spannung der Stimmbänder.

Es gibt nur einen wirklichen Spanner des Stimmbandes, das ist der *m. crico-thyreoideus*. Seine Wirkung ist hinreichend bekannt. Indem er den Schildknorpel um eine, durch die *cornua inferiora* gehende Axe dreht, nähert er vorne Ring- und Schildknorpel einander, und entfernt zugleich die vordere Anheftung des Stimmbandes von der hinteren, oder, was dasselbe ist, die hintere von der vorderen. Es ist nämlich für die Erzeugung der Spannung gleichgültig, ob sich der Schildknorpel bewegt, und der Ringknorpel ruht, oder ob der Ringknorpel sich bewegt, und der Schildknorpel ruht; oder ob alle beide sich bewegen. Thatsächlich scheint die Bewegung, wenigstens der Hauptsache nach, mit dem Ringknorpel vorzugehen, wenigstens behauptet das Jelenffy nach Beobachtungen an sich selber.[1]

Es ist viel über die Wirkung des *m. thyreo-arytaenoideus internus* bei der Spannung des Stimmbandes gesprochen worden: um aber hier keine Verwirrung anzurichten, muss man unterscheiden zwischen seiner Wirkung auf das ganze Stimmband und auf die *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes. Das Stimmband im Ganzen kann er nicht stärker spannen. Die Spannung desselben hängt nur vom *m. crico-thyreoideus* ab.

Wenn ich an einem Strick 100 Pfund aufhänge, und im Verlauf desselben einen Flaschenzug anbringe, so kann ich den Strick dadurch nicht stärker spannen, dass ich den Flaschenzug zusammenziehe. Andrerseits kann er das Stimmband als Ganzes auch nicht abspannen, so lange der *m. crico-thyreoideus* mit gleicher Kraft wirkt. Ich denke mir dabei die Kraft immer ausgedrückt durch ein bestimmtes Gewicht. Daraus folgt aber nicht,

---

[1] Der *m. crico-thyreoideus* v. Dr. Jelenffy. Pflüger's Archiv Bd. VII, p. 77—90. 1873.

dass der *m. thyreo-aryt. internus* die Schwingungsdauer des ganzen Stimmbandes nicht beeinflussen könne. Denn je nachdem er erschlafft, oder zusammengezogen ist, verändert der Theil des Stimmbandes, dessen Substanz er bildet, wesentliche physikalische Eigenschaften — Consistenz u. Elasticität. Über die Art, wie das auf die Tonbildung wirkt, kann man zwar Vermuthungen aufstellen, die aber bis jetzt nicht durch entscheidende Versuche bewahrheitet sind.

Ganz anders stellt sich der Einfluss des *m. thyreo-arytaenoideus internus* in Rücksicht auf die *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes dar. Für die *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes ist er ein Abspanner. Neben ihr liegend, nähert er ihren Ursprung vom Stimmfortsatz ihrer Anheftung an den Schildknorpel, beziehungsweise an Luschka's vorderem Sesamknorpel. Es folgt aber daraus, wie wir schon früher gesehen haben, keineswegs, dass dieser Muskel immer erschlafft sein müsse, wenn die *chorda vocalis* gespannt sein soll. Er kann sich dabei mit mehr oder weniger Energie zusammenziehen. Aber die Spannung der *chordae* ist um so stärker, je mehr die Wirkung der *M. thyreo-arytaenoidei* von der der *M. crico-thyreoidei* überwogen wird.

Die Spannung wächst proportional der Differenz zwischen diesen beiden Wirkungen.

Ich führe noch die Ansicht von Vierordt[1] über die Wirkung des *m. crico-thyreoideus* an, weil sie ganz abweichend von den Ansichten der übrigen Physiologen erscheint. Er sagt: „Zur Spannung der Bänder diene ein doppelter Mechanismus: 1. Beide Insertionen würden in einem bestimmten Abstand von einander gehalten, d. h. auf die vordere Insertion wirke eine Zugkraft nach vorwärts, auf die hintere eine Zugkraft nach rückwärts; beide Kräfte seien aber im Gleichgewicht, so dass die Insertionen während der Production eines bestimmten Tones sich nicht verrücken. Der Zug nach vorwärts geschehe durch die *M. crico-thyreoidei*, deren Wirkung nicht etwa, wie man

[1] K. Vierordt. Grundriss der Physiologie des Menschen. Tübingen 1871. p. 465.

gewöhnlich meint, darin bestehe, dass sie den Schildknorpel dem Ringknorpel wirklich nähern, respective die Stimmbänder verlängern, sondern darin, dass sie den Abstand zwischen beiden Knorpeln, also die Lage der vorderen Stimmband-Insertionen, unverrückt erhalten. Nach rückwärts würden die Stimmbänder durch die *M. crico-arytaenoidei postici* gezogen, vorausgesetzt dass beide Giesskannen durch die Stimmschliesser an einander gepresst seien. Ist jedes Stimmband auf diese Weise gespannt, und für Fixation seiner beiden Insertionen gesorgt, so kann: 2. der *m. thyreo-arytaenoideus*, der von der Innenfläche des Schildknorpels innerhalb des sogenannten Stimmbandkörpers, rückwärts zur Giesskanne seiner Seite verläuft, durch seine Thätigkeit die Spannung des Stimmbandes vermehren."

Luschka[1] spricht auch so ziemlich dieselbe Ansicht aus.

G. Schmidt hat im Laboratorium von Professor Vierordt experimentelle laryngoscopische Studien an Katzen angestellt, und schliesst sich auch dieser Ansicht an, obgleich er vielleicht nach seinen Versuchen andere Schlüsse ziehen könnte. Er[2] sagt nämlich: „dass er gesehen habe, wenn die blossgelegten *M. crico-thyreoidei* electrisch gereizt wurden, wie die *cartilago cricoidea* sammt der elastischen *trachea* nach aufwärts bewegt wurde, nicht aber umgekehrt". Dessenungeachtet meint Schmidt, „es könne bei der Beurtheilung der reellen Verwendung eines Muskels im leidenden Organismus sich nicht darum handeln, was ein Muskel leisten könne in Anbetracht seines Ursprunges und seiner Insertion, oder was er leistet, wenn er gereizt wird, sondern man müsse die Bewegungen in Betracht ziehen, die in der Natur wirklich vorkommen, und so soll denn die genaueste Beobachtung des *interstitium crico-thyreoideum* zeigen, dass diese Bewegung gar nicht vorkomme." Dem entsprechend fand denn auch Schmidt[3], dass nach einseitiger Durchschneidung des *nervus laryngeus superior* beim Athmen das Stimmband auf der verletzten Seite länger war, und bei etwas stärkerer

---

[1] Luschka l. c. p. 129.

[2] Die Laryngoscopie an Thieren. Dr. G. Schmidt. Tübingen 1873. p. 46.

[3] l. c. p. 42.

Inspiration weiter nach aussen ging, als das auf der nicht verletzten Seite der Fall war.

Nach doppelseitiger Durchschneidung soll diese Veränderung der *„glottis"* ebenfalls vorhanden gewesen sein, nur nicht so auffallend. Nach einseitiger Durchschneidung des *n. laryngeus superior* soll beim Tonangeben der vordere Theil der Stimmbänder bis zum *processus vocalis* eine sehr enge Spalte bilden, indem die Stimmbänder sich fast berühren, während der hintere Theil der *glottis* zwischen den Aryknorpeln offen bliebe, und eine rautenförmige Gestalt zeige. Bei doppelseitiger Durchschneidung hätten sich die Stimmbänder in fortdauernden leichten Bewegungen befunden, und die Stimme sei tiefer und heiserer, als bei einseitiger Durchschneidung geworden.

Dagegen hat Schech in München sowohl nach einseitiger, als nach doppelseitiger Durchschneidung des *n. laryngeus superior* an Hunden bei der gewöhnlichen Respiration die Stimmbänder weder in ihrer Form, noch in ihrer Beweglichkeit verändert gefunden. Während des Tonangebens aber zeigte sich nach einseitiger Durchschneidung des *n. laryngeus superior* das Stimmband etwas kürzer (nicht länger, wie bei Schmidt), und hatte in seiner vorderen Hälfte eine kleine, nach innen concave Ausbuchtung. Nach doppelseitiger Durchschneidung hingegen trat, während des Tonangebens, ein ziemlich beträchtliches elliptisches Klaffen der „Bänderglottis" ein.

Schech[1] stellte seine Versuche, wie gesagt, an Hunden an, durchschnitt den *n. laryngeus superior* vor seiner Theilung, und zog folgende Schlüsse aus seinen Versuchen: dass die Durchschneidung des Nerven die Längsspannung des Stimmbandes verhindere, eine rauhe und tiefe Stimme zur Folge habe, und die Hervorbringung hoher Töne unmöglich mache.

Es sind also die Resultate, die Schmidt und Schech bekommen haben, einander diametral entgegengesetzt. Nach dem ersten würde also bei Paralyse des *m. crico-thyreoideus* das Stimmband verlängert, nach dem anderen verkürzt erscheinen.

---

[1] Zeitschrift für Biologie. IX. B., II. Heft, p. 270. München 1873. Dr. Ph. Schech.

Sollte dieser Unterschied in der Verschiedenheit der Versuchsthiere begründet sein, so würde dieses nur einen Grund abgeben, vor directen Schlüssen auf den Vorgang der Dinge beim Menschen zu warnen.

Der Ansicht von Vierordt kann ich aus zweierlei Gründen nicht beistimmen: erstens glaube ich mich an Menschen überzeugt zu haben, dass in der That beim in die Höhe Treiben der Stimme durch Anspannung der Stimmbänder mittelst der *M. crico-thyreoidei* der Raum zwischen Schild- und Ringknorpel sich etwas verkleinert. Auf einen grossen Unterschied kann man hier nicht rechnen, weil die Stimmbänder sich zwar spannen, aber nur wenig dehnen lassen; zweitens kann ein Muskel für sich allein den Theil, an den er sich anheftet, nicht feststellen, wenn er ihn nicht gegen eine Hemmung treibt. Alle anderen Fixationen sind das Resultat von der Wirkung wenigstens zweier Antagonisten, und so ist auch der actuelle Stand des Schildknorpels jedes Mal das Resultat der Kräfte der *M. crico-thyreoidei*, welche ihn nach vorne ziehen, und der Kräfte der *M. thyreo-arytaenoidei* nebst den elastischen Kräften der Stimmbandfasern, welche ihn nach rückwärts ziehen. Als Spanner des Stimmbandes kann hierbei immer nur der *m. crico-thyreoideus* angesehen werden, weil er Ursprung und Ansatz des Stimmbandes von einander entfernt, und wenn er allein den Schildknorpel fixirt, so geschieht dies nur dadurch, dass das gespannte Stimmband die nöthige Hemmung abgiebt.

Beim Menschen wird Paralyse dieses Muskels angenommen bei sicheren Zeichen der Erschlaffung des Stimmbandes. Es zeigt nämlich bei der Einathmung der mittlere Theil des Stimmbandes ein schwankendes Auf- und Absteigen, und es erscheint der Rand des Stimmbandes nicht scharf, sondern leicht wellig. Das Tonangeben kommt nur mit Mühe zu Stande.

B. Über Knotenbildung im Stimmband.

Als wir von der zum Tönen verengten Stimmritze sprachen, sind wir davon ausgegangen, dass das Stimmband als Ganzes in Schwingungen versetzt werden soll. Wenn aber die Giessbeckenknorpel aneinandergepresst werden, so geschieht dieses

nicht. Es entsteht ein Knoten an der Stelle, wo sie festgestellt werden, in ähnlicher Weise, wie ein Knoten entsteht an einer Violinsaite, welche der greifende Finger herabdrückt.

Da es sich um ein Aneinanderdrängen der Stimmfortsätze handelt, so können die sämmtlichen Muskeln in Wirksamkeit treten, welche den Stimmfortsatz nach innen rotiren, d. h. also das *stratum ext.* des *m. thyr. aryt. internus*, der *thyreo-aryt. externus* und der *m. crico-arytaenoideus lateralis*. Die *M. arytaenoidei transversi* können hierbei nicht erschlafft sein, weil sonst die beiden Giesbeckenknorpel von einander entfernt werden würden, ähnlich wie wir dieses beim Hha der Araber kennen lernen werden. Der Grad, bis zu welchem sie sich zusammenziehen, wird davon abhängen, ob auch die hintere Partie der Giessbeckenknorpel stärker aneinander gepresst werden soll, oder ob die Rotation überwiegt.

Ein zweiter Knoten kann möglicher Weise im vorderen Theile des Stimmbandes gebildet werden. Wenn das Stimmband als Ganzes schwingt, so ist darin auch Luschka's vorderer Sesamknorpel mit einbegriffen. Bei der Art und Weise aber, wie sich die Muskelfasern des *m. thyreo-arytaenoideus internus* theils an die äussere Seite desselben anheften, theils an derselben hart vorbeiziehen, um sich an den Schildknorpel zu heften, scheint es mir nicht unmöglich, dass sie beide Sesamknorpel bei ihrer Anspannung so aneinander drängen, dass dadurch die Schwingungen behindert werden, und somit auch ein vorderer Knoten entsteht. Ich muss schliesslich hinzufügen, dass ich hier den Ausdruck Knoten stets im weiteren Sinne des Wortes gebraucht habe für Ruhepunkt im Allgemeinen, nicht für Ruhepunkt zwischen zwei sogenannten Bäuchen.

Das Hinübergehen eines Stimmbandes auf die andere Seite.

Es ist bekannt, dass, wenn ein Stimmband gelähmt ist, und desshalb nicht bis zur Medianebene gebracht werden kann, sich die Stimmritze nichtsdestoweniger bis zum Tönen verengen lässt, und zwar dadurch, dass das andere Stimmband, und zwar oft in nicht ganz unbedeutendem Grade, über die Medianebene hinaus bewegt wird. Die Hauptwirkung hierbei scheint der

m. thyreo-arytaenoideus auszuüben. Er setzt sich, wenn man *thyreo-aryt. internus* und *externus* als einen Muskel zusammennimmt, in grosser Breite an den Giessbeckenknorpel an, während sein Ursprungsgebiet am Schildknorpel sich weniger weit von der Mittellinie entfernt. Wenn er sich also zusammenzieht, so wird er, da er mit seiner äusseren Partie den *processus vocalis* nach einwärts wendet, und der feste Punkt hinten in der Anheftung des *ligam. triquetrum* liegt, den Giessbeckenknorpel mit dem daran gehefteten Stimmbande über die Mittellinie hinausdrängen können. Sehr wirksam kann diese Action unterstützt werden durch die Wirkung des *m. arytaenoideus transversus*; denn denkt man sich die Fasern des *m. transversus* mit denen des *m. thyreo-arytaenoideus externus* über die Kante des Giessbeckenknorpels hin, oder durch dieselbe verbunden, so bildet dieses System eine Schlinge, welche den ganzen Giessbeckenknorpel, so weit er beweglich ist, in das Innere des Kehlkopfes hineinzieht. Es kann nur fraglich sein, in wie weit in den einzelnen Lähmungsfällen die Action des *m. aryt. transversus* durch die einseitige Lähmung unvollkommen geworden ist.

Das Hha[1] der Araber.

Czermak hat das Hha der Araber zuerst mittelst des Kehlkopfspiegels untersucht, und die ihm entsprechende Stellung beschrieben und abgebildet. (Der Kehlkopfspiegel und seine Verwerthung für Physiologie und Medicin, p. 54, Taf. II, Fig. 8. Leipzig 1860. Erste Auflage.)

Ich gehe hier auf diese dem Abendländer ungewöhnliche Kehlkopfstellung ein, weil sie durch die eigenthümliche Trennung der sogenannten *glottis vocalis* und *glottis respiratoria* das Interesse in Anspruch nimmt. Die *glottis respiratoria* ist nach hinten zu am weitesten, und verengt sich gegen die Stimmfortsätze zu, welche einander nahe gegenüber stehen, und hier ausnahmsweise den engsten Theil der Stimmritze ausmachen, dann erweitert sich wieder die *glottis vocalis* etwas gegen die Mitte

[1] Vergleiche Brücke l. c. p. 337 und Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute v. E. Brücke. Wien 1856, p. 9.

der Stimmbänder, indem die letzteren gegen die Medianebene hin schwach concav sind. Die Giessbeckenknorpel sind also nach hinten zu weit von einander entfernt, und das *lig. triquetrum* kann dessbalb auch nicht mit seinen Fasern parallel der Medianebene liegen, es muss von derselben ab nach aussen gezerrt sein.

Damit sich die Giessbeckenknorpel hinten von einander entfernen können, ist es nöthig, dass die *arytaenoidei transversi* erschlafft seien, wie bei der weit offenen Stimmritze. Die Entfernung der Giessbeckenknorpel von einander wird auch hier zu Stande kommen durch das Zusammenwirken des *m. crico-aryt. posticus* und *lateralis*, indem sie den Giessbeckenknorpel auf der abschüssigen Gelenkfläche des Ringknorpels herunterschleppen. Aber die Drehung des Giessbeckenknorpels um die senkrechte Axe ist hier entgegengesetzt derjenigen, welche wir bei der weit offenen Stimmritze kennen gelernt haben. Es muss desshalb hier der *m. crico-arytaenoideus lateralis* stärker wirken, und die drehende Componente des *m. crico-arytaenoideus posticus* überwinden. Nur daraus ist das scharfe Vorspringen des Stimmfortsatzes erklärlich. Man könnte glauben, dass er hierbei vom *m. thyreo-arytaenoideus externus*, vielleicht auch vom *stratum externum* des *thyreo-arytaenoideus internus* unterstützt würde. Ich halte aber dieses nicht für wahrscheinlich. Durch die Anspannung der *M. thyreo-arytaenoidei* müssen die Stimmbänder immer in ihrer ganzen Länge gegen einander gedrängt werden. Beim H h a der Araber ist aber, wie wir gesehen haben, das Stimmband gegen die Medianebene mehr oder weniger concav. Es fällt im Kehlkopfspiegelbilde sogleich auf, dass die *cornua laryngis* verhältnissmässig nahe bei einander stehen, dass also die Giessbeckenknorpel unten weiter von einander entfernt sein müssen, als oben. Zugleich ist der Kehldeckel ziemlich weit herabgesenkt, und der Kehlkopfeingang verengt. Diese Erscheinungen lassen in ihrer Gesammtheit keinen Zweifel über ihre Ursache. Die *M. arytaenoidei obliqui* und ihre Fortsetzung die *M. ary-epiglottici* haben sich mässig contrahirt.

Wir haben also hier contrahirte *obliqui* bei erschlafften *transversis*, während wir beim einfachen Stimmritzen-Verschluss auf contrahirte *transversi* und erschlaffte *obliqui* geschlossen haben.

Über den Verschluss der oberen Kehlkopföffnung.

Die obere Kehlkopföffnung wird verschlossen dadurch, dass die Giessbeckenknorpel einander genähert werden, und der Kehldeckel sich gegen sie herabsenkt. Nach Czermak legt sich dabei der untere, polsterartig vorspringende Theil des letzteren, der Wulst, auf die gegen einander angenäherten oberen Stimmbänder. Über die Wirkung eines Muskels kann hier kein Zweifel vorhanden sein, über die Wirkung nämlich des *m. arytaenoideus obliquus* und seiner Fortsetzung des *m. ary-epiglotticus*. Diese Muskeln beider Seiten bilden mit Einschluss des Kehldeckels eine Schlinge in Form einer Drosselsprenkel, welche den Kehldeckel senkt, und die Umgrenzungen des Kehlkopfeinganges zusammenschnürt.

Die Annäherung der oberen Stimmbänder muss bewirkt werden durch den *m. thyreo-arytaenoideus externus*, dessen obere Ansätze an den Giessbeckenknorpel bis über das hintere Ende des falschen Stimmbandes aufsteigen, dann auch durch das *stratum thyreo-membranosum* und das *stratum ary-membranosum*. Diese an der Aussenseite des *Sinus Morgagni* und der wahren und falschen Stimmbänder liegenden Fasermassen müssen, wenn sie sich zusammenziehen, indem sie sich gerade richten, beziehungsweise verdicken, Alles, was von ihnen nach innen liegt, gegen die Medianebene hindrängen.

Man muss annehmen, dass beim Verschluss der oberen Kehlkopföffnung auch der *m. thyreo-epiglotticus major* und *minor*, so weit sie vorkommen, und das *stratum thyreo-membranosum* ersetzen, mitwirken; denn, wenn sie sich contrahiren, müssen sie die *epiglottis* in ihrer ganzen Masse nach abwärts ziehen.

Es ist beim Verschluss der oberen Kehlkopföffnung zu berücksichtigen, dass die *cornua laryngis* einander genähert, und die *M. ary-epiglottici* fest zusammengezogen sind; dadurch liegen nicht nur die Ursprünge des *stratum thyreo-membranosum*, sondern auch die Endigungen desselben im *ligamentum ary-epiglotticum* nahe der Medianebene. Luschka und Merkel lassen denselben Muskel bei der weiten Öffnung des Kehlkopfes

mitwirken. Es sind aber dabei die Verhältnisse wesentlich andere.

Luschka betrachtet die zum *ligam. ary-epiglotticum* gehenden Fasern des *m. stylo-laryngeus*[1] auch als einen Erweiterer der oberen Kehlkopföffnung. Ich habe beim tiefen und kräftigen Einathmen eine deutliche Concavität zwischen dem freien Rande des *lig. ary-epiglotticum* und dem falschen Stimmbande gesehen, und kann mir wohl denken, dass die an der betreffenden Stelle im Bindegewebe endigenden Bündel des *stylo-laryngeus* diese Concavität hervorbringen, indem sie nach aussen und oben ziehen, und ihre nach aufwärts ziehende Componente im *stratum thyreo-membranosum* einen Antagonisten findet, so dass nur die nach auswärts ziehende Componente die gesagte Wirkung hervorbringt.

Anhang.

Zum Schlusse will ich, wie schon gesagt, noch Genaueres über die Anfertigung meiner mikroscopischen Präparate angeben.

Behufs der Härtung wurde hauptsächlich entweder eine weinfarbene Lösung von Chromsäure in Wasser, oder Alkohol 95°/$_0$ gebraucht. Auch habe ich Schnitte von getrockneten Kehlköpfen angefertigt. Zu diesem Zwecke wurden Kehlköpfe, entweder in einer nicht sehr concentrirten Chlornatriumlösung, der eine geringe Quantität Essigsäure beigesetzt war, gekocht, und dann längere Zeit an der Luft getrocknet; oder einfach in Chlornatrium $1^1/_2$ Wochen liegen gelassen, und dann einige Zeit der

[1] Der *m. stylo-laryngeus* ist die stärkere Portion des *m. stylo-pharyngeus*, dessen schwächere der *m. pharyngo-tonsillaris* ist. Er zerfällt in die *pars thyreoidea, epiglottica* und *ary-epiglottica*. Letztere geht durch die *plica ary-epiglottica* bis zum unteren Theile des Winkels der *cart. thyreoidea*. Es sollen nach Luschka manchmal auch Bündel zum oberen Rande der *cartilago cricoidea* gehen. (Luschka, l. c. Taf. VII, Fig. I. 14, auch Fig. XIII. 13.)

Luft ausgesetzt, und später eine zeitlang täglich mit Kreosot angestrichen.

Die getrockneten Kehlköpfe wurden geschnitten, ohne bevor eingebettet gewesen zu sein.

Die in Alkohol oder Chromsäurelösung, ein bis zwei Wochen lang, gehärteten Präparate wurden in Paraffin eingebettet. Da aber in Folge der Härtung durch Schrumpfung der mittlere Theil des Stimmbandes eingesunken erscheint, und niedriger liegt, als dessen vorderer und hinterer Theil, so mussten natürlich die Schnitte, die in horizontaler Ebene geführt wurden, nicht überall in gleicher Höhe sein, wenn sie sehr dünn ausfallen sollten. Um diesen Umstand zu beseitigen, und um die Schnitte genau durch das Stimmband im engeren Sinne des Wortes zu führen, habe ich vor den letzten Einbettungen den vorderen und hinteren Insertionspunkt der Stimmbänder in einer Schachtel durch Fäden angespannt, so dass das Stimmband im engeren Sinne des Wortes gerade ausgespannt, und scharf begrenzt war, und dann erst in derselben Schachtel das Präparat eingebettet.

Von den Härtungsmethoden bewährte sich am meisten die in Chromsäurelösung. In einigen Fällen war es nothwendig die Präparate darnach noch in absoluten Alkohol auf einige Tage zu legen.

Die Schnitte wurden der ganzen Procedur der einfachen Färbung in Carminlösung (eine Woche), oder der doppelten Carmin- und Picrinsäurefärbung unterworfen, hinreichend entwässert, und dann in Nelkenöhl geklärt (5—6 Tage).

Behufs der Einschliessung verfertigte ich mir folgende Deckgläser. Ich nahm gewöhnliche, nur etwas breitere Objectgläser und kittete darauf vier schmale Glasleisten im Viereck aneinander. Als Deckgläser wurden kleinere Objectgläser verwendet, die genau auf dieses Viereck passten. Zum Kitten habe ich alle möglichen Kitte und Cemente für Glas und Porzellan, die im Handel existiren, versucht.

Am Besten fand ich den amerikanischen Cement und den Wiener Universalkitt. Ersterer ist aber zu umständlich und gibt, da die angefertigten Objectgläser, damit die Trocknung gleichmässiger zu Stande komme, erwärmt werden müssen, leicht Risse und Sprünge, was später durch die hineintretenden Luft-

blasen für das Präparat fatal werden kann. Letzterer wird einfach mit einem Pinsel aufgetragen, hält auch sehr gut, braucht nicht erwärmt zu werden, und wird auch vom Nelkenöhl nicht angegriffen. In letzterer Zeit habe ich bei Anfertigung der Objectgläser ausschliesslich nur diesen Kitt angewandt, indem ich, nachdem die Glasleisten schon angetrocknet waren, noch die Stellen, wo Spalten und Ritzen sein könnten, von aussen und innen mit diesem Kitte angestrichen. Hernach wurde der viereckige Raum mit einer syrupartigen Flüssigkeit, bestehend aus Mastix in Nelkenöhl, angefüllt und das Präparat hinübergetragen.

Zur Anfertigung dieser Mastixlösung nimmt man anfangs Mastix und Nelkenöhl zu gleichen Theilen, und lässt dieses Gemisch ein oder zwei Wochen an einem warmen Orte stehen, und setzt allmälig noch Mastix zu, bis man eine dicke, syrupartige, zähe Masse erhält. Beim Herumrühren der Mastixtheilchen in der Masse, oder beim Hinübertragen derselben auf den Objectträger müssen Luftblasen vermieden werden. Ebenso müssen die Luftblasen sorgfältigst vermieden werden beim Auflegen des Deckglases.

Man sieht sich das Präparat unter geeigneter Vergrösserung an, und lässt es dann einige Tage stehen. Haben sich bis dahin keine Luftblasen gezeigt, so kann der Verschluss vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke habe ich anfangs den amerikanischen Cement angewandt, ihn allein aber ungenügend gefunden, und musste ihn noch mit irgend einer anderen erhärtenden Masse zu bedecken trachten. Zu diesem Zwecke wendete ich anfangs Bologneser Kreide in Leim gekocht an, was beim Trocknen eine ziemlich compacte Schichte bildet, dabei aber dennoch den Zutritt der Luft nicht vollständig verhindert.

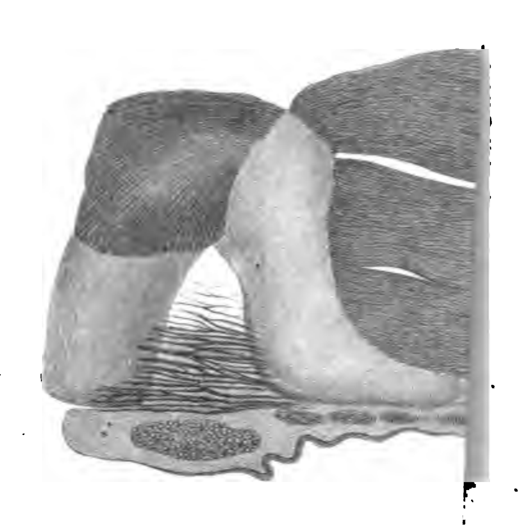
Letzterer liess sich aber so ziemlich beseitigen, wenn diese Masse noch mit einer Gelatinelösung überstrichen wurde. Besser als dieses fand ich eine Mischung von Magnesia und Wasserglas, was zu einer fast unverwüstbaren Masse erstarrt, aber dennoch eines Bedeckungsmittels zur Verhinderung von nachträglichem Lufteintritt unter das Deckglas erfordert. Als solches brauchte ich eine Lösung von Kautschuk und Mastix in Chloroform (auch ein Glaskitt), womit sich die weisse Magnesiawasserglasmasse, wie mit einem Firniss bedeckte. Dieses Verfahren ist sehr an-

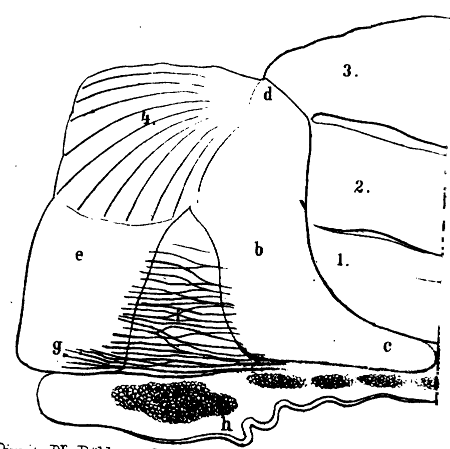
nehmbar, und es sind auch die meisten meiner Präparate, von denen viele schon über ein halbes Jahr alt, und bis jetzt noch ohne, oder fast ohne Luftblasen sind, so angefertigt.

Was die Schwierigkeiten betreffs der Verhütung des Eindringens von Luftblasen anbelangt, stellte sich heraus, dass bei Anwendung der richtigen Concentration (dicke, zähe, syrupartige Masse) der Mastix-Nelkenöhllösung sich, bei sehr sorgfältigem Verschluss, gar keine Blasen mehr einstellten. In der letzten Zeit, wo ich diese Mastix-Nelkenöhllösung in der richtigen Proportion angefertigt habe, konnte ich sowohl der Kreideleim-, sowie auch der Magnesiawasserglasmasse nebst den dazu gehörenden Firnissen entbehren, und wendete statt dessen nur den Wiener Universalkitt auch als Verschlussmittel an. Hat man sich also nur die richtige Mastix-Nelkenöhllösung angefertigt, so kommt man, wie es scheint, ganz gut mit dem erwähnten Kitte, als Klebe- und Verschlussmittel aus.



Fig. I.





Pinxit Dr. Rühlmann. lith. Dr. Heitzmann jun.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Naturgetreue Abbildung eines Längsdurchschnittes durch das Stimmband eines erwachsenen Menschen gleich unterhalb des Niveau der *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes. 4-, 8fache Vergrösserung.

a. cartilago thyreoidea.
b. cart. arytaenoidea.
c. Theil des *processus vocalis* } *c. arytaenoideae.*
d. proc. muscularis }
e. cart. cricoidea.
f. „faserknorpeliger Wulst" im Winkel der *cart. thyreoidea.*
g—g. ligamentum vocale.
h. Schleimhaut der hinteren Wand der *glottis* mit eingestreuten Drüsengruppen.
i. ligamentum triquetrum.
1. *stratum internum musculi thyreo-arytaenoidei interni.*
2, *stratum externum musculi thyreo-arytaenoidei interni.*
3. *musculus thyreo-arytaenoideus externus.*
4. *musculus arytaenoideus transversus.*

Fig. II. Abbildung eines Längsdurchschnittes durch das Stimmband einer erwachsenen Katze unterhalb des Niveau der *chorda vocalis* im engeren Sinne des Wortes. Stellenweise aus anderen Präparaten vom selben Kehlkopf ergänzt. 7fache Vergrösserung.

a. cart. thyreoidea.
b. cart. arytaenoidea.
c. proc. vocalis } *c. arytaenoideae.*
d. proc. muscularis }
e. cart. cricoidea.
f. Winkel der *cart. thyreoidea.*
g. ligamentum vocale.
h. Schleimhaut der hinteren Wand der *glottis.*
i. ligamentum triquetrum.
1. Stimmbandmuskel der Katze oder *stratum internum musculi thyreo-arytaenoidei interni.*
2. *stratum externum musculi thyreo-arytaenoidei interni.*
3. *musculus thyreo-arytaenoideus externus.*
4. *musculus arytaenoideus transversus.*

XIV. SITZUNG VOM 21. MAI 1874.

Der Sécretär theilt Dankschreiben mit von dem naturwissenschaftlichen Vereine für Sachsen und Thüringen zu Halle, für das Glückwunsch-Telegramm, welches ihm die Akademie zur Feier seiner 25jährigen Thätigkeit zugehen liess, und vom Herrn Dr. J. Barrande für die ihm zur Fortsetzung seines Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême" neuerdings bewilligte Subvention von 1500 fl.

Herr Prof. Dr. Ew. Hering in Prag übersendet eine Abhandlung: „Zur Lehre vom Lichtsinne. VI. Mittheilung: Grundzüge einer Theorie des Farbensinnes."

Herr Regierungsrath Dr. Fr. Rochleder macht folgende, für den Anzeiger bestimmte vorläufige Mittheilungen: 1. „Untersuchung der Aloë", von den Herren Dr. E. v. Sommaruga und Egger. — 2. „Untersuchung der Chrysophansäure und des Emodin", vom Herrn Skraup. — 3. „Über die Einwirkung von Cyankalium auf Dinitrobenzoësäure", von den Herren v. Sommaruga und Skraup. — 4. Untersuchung des Lakmus", von den Herren Rochleder und Skraup, und 5. „Über Chinovasäure", von denselben.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz übermittelt eine Abhandlung des Herrn Ph. Weselsky: „Über die Darstellung von Jodsubstitutionsproducten nach der Methode mit Jod und Quecksilberoxyd."

Herr Prof. R. Niemtschik übersendet eine Abhandlung: „Über die Construction der Linien zweiter Ordnung, welche zwei, drei oder vier Linien derselben Ordnung berühren."

Herr Regierungsrath K. v. Littrow theilt mit, dass der am 17. v. M. von Coggia in Marseille entdeckte Komet, nach Dr. Holetschek's Rechnungen, beiläufig für die Mitte Juli eine auch dem freien Auge auffällige Erscheinung bieten wird.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annalen (Justus Liebig's) der Chemie und Pharmacie. N. R. Band 96, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1874; 8⁰.

Annales des mines. VII[e] Série. Tome IV. 6[me] Livraison de 1873. Paris; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVIII, Nr. 18. Paris, 1874; 4⁰. — Tables. 2[me] Semestre 1873. Tome LXXVII. 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. IX. Band, Nr. 10. Wien, 1874; 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. IX, 6., 7. & 8. Heft. Leipzig, 1874; 8⁰.

Kasan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1873, Nrs. 4—6. Kasan, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 7. Jahrgang, Nr. 10. Graz, 1874; 4⁰.

Mayer, J. R., Die Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften. (Zweite umgearbeite und vermehrte Auflage.) Stuttgart, 1874; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1874, 5. Heft. Wien; 8⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 20. Band, 1874. Heft V, nebst Ergänzungsheft Nr. 36. Gotha, 1874; 4⁰.

Nature. Nr. 237, Vol. X. London, 1874; 4⁰.

Revista de la Universidad de Madrid. 2[a] Epoca. Tomo I. Nr. 5. Madrid, 1873; gr. 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." III[e] Année, 2[me] Série, Nr. 46. Paris, 1874; 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLVI. Année 1873, Nr. 4. Moscou, 1874; 8⁰.

Society, The Royal Astronomical, of London: Monthly Notices. Vol. XXXIV, Nrs. 5 & 6. London, 1874; 8⁰.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. XI. Bd., 1. & 2. Heft. Hermannstadt, 1873; 8⁰. — Jahresbericht für 1872/3. Hermannstadt; 8⁰. — Die Mediascher Kirche, von Karl Werner. Hermannstadt, 1872; 8⁰. — Martin von Hochmeister, von Adolf v. Hochmeister. Hermannstadt, 1873; 8⁰.

Verein, naturwissenschaftlicher, für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. N. F. 1873. Band VII. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIV. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1874; 4°.

Zürich, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1872—1874. 4° & 8°.

